

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

# **Abordando o Desenvolvimento de Aplicações para a Difusão de Informações em Redes sem Fios**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina  
como parte dos requisitos para a obtenção do grau de

**Mestre em Ciência da Computação**

apresentada por

**Daniel J. Kedzierski**

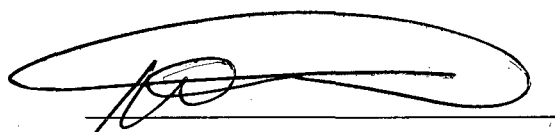
Orientador: Prof. Rosvelter João Coelho da Costa

Florianópolis, 22 de Fevereiro de 2001

# **Abordando o Desenvolvimento de Aplicações para a Difusão de Informações em Redes sem Fios**

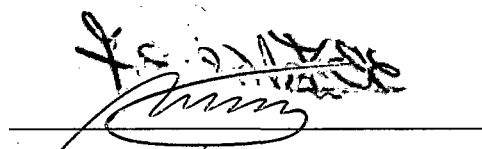
Daniel J. Kedzierski

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, na Área de Concentração “Sistemas de Computação”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.



---

Prof. Rosvelter João Coelho da Costa,  
Orientador



---

Prof. Fernando Alvaro Ostuni Gauthier,  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação

## **Banca Examinadora**



---

Prof. Arlan Luiz Bettiol



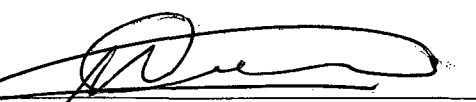
---

Prof. Vitório Bruno Mazzola



---

Prof. Roberto Willrich



---

Prof. Rosvelter João Coelho da Costa

# Agradecimentos

À Universidade Federal de Santa Catarina, ao Centro de Geração de Novos Empreendimentos em Software e Serviços, ao Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação pela infra-estrutura, organização e suporte administrativo que viabilizaram o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Arlan Luiz Bettiol, Roberto Willrich, Rosvelter João Coelho da Costa e Vitório Bruno Mazzola por terem julgado este trabalho.

Ao Prof. Arlan Luiz Bettiol por me motivar ao mestrado, pela valiosa revisão deste manuscrito e pelos comentários sempre judiciosos.

Ao meu orientador, Prof. Rosvelter João Coelho da Costa pela dedicação, ensinamentos e inúmeras aulas de Português.

Aos meus amigos Eduardo Augusto Hoff, Cristian Becker Coelho, Sandro Andrei Dinnebier e Eric Olivier pela ajuda nas fases críticas do projeto, apoio e companheirismo.

Aos meus pais, Inge e Jean, e à minha irmã Sylvie pelo forte incentivo, grande carinho e constante suporte.

Agradeço especialmente à minha noiva Carla, pela compreensão, paciência e amor que me ajudaram nos momentos mais difíceis e sem os quais eu não teria conseguido levar a cabo este projeto.

# Resumo

O aparecimento da Internet provocou uma revolução criando novas necessidades e, em consequência, novos serviços para supri-las. Entretanto, como a maior parte da informação circula através de cabos, a Internet não pode atender uma outra necessidade relativamente recente do ser humano que é a mobilidade. Por outro lado, a telefonia móvel celular sofreu grandes mudanças e as operadoras passaram a oferecer agora serviços agregados à assinatura comum para atrair novos clientes. O próprio aparelho de telefonia celular evoluiu para dar acesso a serviços associados à recepção, tratamento e transmissão de dados e a transformar-se numa verdadeira ferramenta de comunicação móvel.

Os primeiros serviços apoiando-se no protocolo SMS (*Short Message Service*) ofereciam apenas informação bruta com possibilidades de tratamento bastante limitadas. Entretanto, o lado convivial do aparelho, a sua facilidade de uso e a possibilidade de sempre tê-lo por perto proporcionam oportunidades de inúmeros novos serviços. É com este propósito que foi criado o WAP (*Wireless Application Protocol*) e vem tanto suprir uma necessidade do consumidor quanto criar uma série de novos hábitos que poderão modificar drasticamente o nosso comportamento. Este trabalho tem como objetivo principal mostrar que o protocolo WAP pode ser utilizado para fornecer serviços de transmissão de dados exibindo interatividade, conforto e independência da plataforma. Isto será ilustrado com o desenvolvimento de um sistema de difusão de mensagens apoiando-se em funcionalidades WAP.

Palavras-chave: comunicação sem fio, difusão de mensagens, *push*, WAP, Internet.

# Abstract

The apparition of the Internet caused a revolution by creating new needs and consequently new services to attend them. But because information moves mainly along cables, the Internet is unsuitable for another relatively recent human being need: mobility. The cellular telephony went through consequent changes and operators offer now aggregated services to seduce new customers. The phone itself evolved to give access to services using data reception, processing and transmission and to become a real mobile communication tool.

First services based on SMS (*Short Message Service*) offered nothing but rough information with very limited possibilities. But the cellular friendly aspect, its easiness, the possibility to carry it wherever you want and have it always nearby provide opportunities for new services. This is why WAP (*Wireless Application Protocol*) was conceived. Its success looks unavoidable and fills the consumer needs as well as establishes new habits that could deeply change our behaviour. This work aims to evidence that WAP can be successfully used to provide data transmission services offering interactivity, comfort and platform independence. This will be shown with the development of a message diffusion system based on WAP functionalities.

Keywords: wireless communication, message diffusion, push, WAP, Internet.

# Sumário

<b>Abreviações</b>	<b>5</b>
<b>Introdução</b>	<b>8</b>
<b>I A Nova Era da Informação</b>	<b>11</b>
<b>1 Da Internet ...</b>	<b>12</b>
1.1 Introdução . . . . .	12
1.2 O Modelo TCP/IP . . . . .	13
1.3 A <i>World Wide Web</i> . . . . .	14
<b>2 ... À Internet Sem Fio</b>	<b>16</b>
2.1 O Papel das Operadoras de Telecomunicações . . . . .	16
2.2 Os Serviços de Difusão . . . . .	17
2.3 O protocolo SMS para os Serviços de Difusão . . . . .	18
2.4 Os Novos Caminhos da Difusão de Mensagens . . . . .	19
<b>II Estudo do Protocolo WAP</b>	<b>21</b>
<b>3 As Bases do Desenvolvimento do Protocolo WAP</b>	<b>22</b>
3.1 Introdução . . . . .	22
3.2 Metas . . . . .	23
3.3 Limitações . . . . .	24

---

3.4	Exigências . . . . .	25
<b>4</b>	<b>A Arquitetura do Protocolo WAP</b>	<b>27</b>
4.1	Seguindo o Modelo da Internet . . . . .	27
4.1.1	O Modelo <i>World Wide Web</i> . . . . .	28
4.1.2	O Modelo WAP . . . . .	29
4.2	Arquitetura em Camadas . . . . .	29
4.3	O <i>Wireless Datagram Protocol</i> (WDP) . . . . .	32
4.3.1	Portadoras de Sinais . . . . .	33
4.3.2	Serviços . . . . .	34
4.4	A <i>Wireless Transport Layer Security</i> (WTLS) . . . . .	35
4.5	O <i>Wireless Transaction Protocol</i> (WTP) . . . . .	36
4.6	O <i>Wireless Session Protocol</i> (WSP) . . . . .	37
4.7	O <i>Wireless Application Environment</i> (WAE) . . . . .	37
4.7.1	Endereçamento . . . . .	39
4.7.2	O <i>Wireless Markup Language</i> (WML) . . . . .	40
4.7.3	O <i>WMLScript</i> . . . . .	41
4.7.4	O <i>Wireless Telephony Application</i> (WTA) . . . . .	42
4.8	Comparação das pilhas WAP e Internet . . . . .	43
4.9	O <i>gateway</i> WAP . . . . .	43
<b>5</b>	<b>Descrição da Tecnologia <i>Push</i> do WAP</b>	<b>46</b>
5.1	Introdução . . . . .	46
5.2	O Mecanismo <i>Push</i> do Protocolo WAP . . . . .	47
5.2.1	O <i>Push Proxy Gateway</i> . . . . .	49
5.2.2	O Protocolo <i>Push Access</i> . . . . .	50
5.2.3	O Protocolo <i>Push Over-The-Air</i> . . . . .	50
5.2.4	Tipos de conteúdo <i>push</i> . . . . .	51

<b>III</b>	<b>Análise e Aplicação Prática do Paradigma <i>Push</i></b>	<b>53</b>
<b>6</b>	<b>Das Consultas na WWW ao <i>Push</i></b>	<b>54</b>
6.1	Introdução . . . . .	54
6.2	Discussão sobre o <i>Push</i> na Internet . . . . .	55
6.3	As Falhas nos Serviços de Dados sem Fio . . . . .	56
6.4	Motivação para um Modelo de <i>Push</i> no WAP . . . . .	57
6.5	Utilização do SMS para o WAP . . . . .	58
<b>7</b>	<b>Desenvolvimento de uma Plataforma de Difusão de Mensagens</b>	<b>59</b>
7.1	Introdução . . . . .	59
7.2	Ambientes e Ferramentas para o Desenvolvimento . . . . .	60
7.2.1	Ferramentas e Ambientes para a Parte Interna do Sistema . . . . .	60
7.2.2	Ferramentas de Desenvolvimento Específicas para o WAP . . . . .	62
7.3	Descrição do Sistema de Difusão Implantado . . . . .	67
7.3.1	Descrição Geral . . . . .	67
7.3.2	Classes de Aplicações . . . . .	68
7.3.3	Funcionamento do Sistema . . . . .	71
7.4	Descrição da Implantação do <i>Push</i> WAP . . . . .	73
7.4.1	Mudanças na Interface . . . . .	73
7.4.2	Mudanças na Recepção da Mensagem . . . . .	74
<b>8</b>	<b>Realização</b>	<b>76</b>
8.1	Arquitetura do Sistema . . . . .	76
8.2	Tratamento de dados . . . . .	76
8.2.1	O Funcionamento do Sistema no Modo 2 . . . . .	77
8.2.2	Modos 1a e 1b . . . . .	78
8.3	Extração dos Dados . . . . .	79
8.4	Envio dos Dados . . . . .	79
8.4.1	Agenda . . . . .	79
8.4.2	Envio de Mensagens SMS . . . . .	80



8.4.3 Envio de Notificações <i>Push</i> WAP . . . . .	81
8.5 Recebimento de Notificações <i>Push</i> WAP . . . . .	82
 IV Conclusão	 83
 Anexos	 88
Referências na <i>World Wide Web</i>	89
Bibliografia	91

# Abreviações

As seguintes abreviações se aplicam aos propósitos deste trabalho.

<b>CDMA</b>	Code Division Multiple Access
<b>CGI</b>	Common Gateway Interface
<b>CPU</b>	Central Processing Unit
<b>DTMF</b>	Dual Tone Multi Frequency
<b>ECMA</b>	European Computer Manufacturer Association
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Switching
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communication
<b>HDML</b>	Handheld Device Markup Language
<b>HDTP</b>	Handheld Device Transfer Protocol
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>HTTP</b>	HyperText Transport Protocol
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>IS-136</b>	Interim Standard - 136
<b>ISO</b>	International Standards Organization
<b>ITTP</b>	Intelligent Terminal Transfer Protocol
<b>MMI</b>	Man Machine Interface
<b>OSI</b>	Open System Interconnection
<b>OTA</b>	Over The Air
<b>PAP</b>	Push Access Protocol
<b>PCS</b>	Personal Communications Service
<b>PDA</b>	Personal Digital Assistant

---

<b>PDU</b>	Packet Data Unit
<b>PI</b>	Push Initiator
<b>PPG</b>	Push Proxy Gateway
<b>RAM</b>	Random Access Memory
<b>RFC</b>	Request For Comments
<b>ROM</b>	Read Only Memory
<b>SAP</b>	Service Access Point
<b>SDU</b>	Service Data Unit
<b>SIA</b>	Session Initiation Application
<b>SMS</b>	Short Message Service
<b>SNMP</b>	Simple Network Management Protocol
<b>SSL</b>	Secure Socket Layer
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol
<b>TDMA</b>	Time Division Multiple Access
<b>TLS</b>	Transport Layer Security
<b>TSAP</b>	Transport Service Access Point
<b>TTML</b>	Tagged Text Markup Language
<b>UDP</b>	User Datagram Protocol
<b>URI</b>	Uniform Resource Identifier
<b>URL</b>	Uniform Resource Locator
<b>WAE</b>	Wireless Application Environment
<b>WAP</b>	Wireless Application Protocol
<b>WBMP</b>	Wireless BitMaP
<b>WCMP</b>	Wireless Control Message Protocol
<b>WDP</b>	Wireless Datagram Protocol
<b>WIM</b>	WAP Identity Module
<b>WML</b>	Wireless Markup Language
<b>WMLScript</b>	Wireless Markup Language Script
<b>WSP</b>	Wireless Session Protocol
<b>WTA</b>	Wireless Telephony Application

---

<b>WTAI</b>	Wireless Telephony Application Interface
<b>WTLS</b>	Wireless Transport Layer Security
<b>WTP</b>	Wireless Transaction Protocol
<b>WWW</b>	World Wide Web
<b>XML</b>	eXtensible Markup Language

# Introdução

A telefonia móvel celular conheceu um forte crescimento nos últimos anos. Passou de uma ferramenta puramente profissional para o que agora é visto como um objeto banal do cotidiano. Recentemente, onde acreditava-se que o mercado estava a ponto de se estabilizar, é o próprio aparelho de telefonia celular que está sofrendo uma evolução importante com a introdução de serviços associados à recepção, tratamento e transmissão de dados. O telefone celular transformou-se numa verdadeira ferramenta de comunicação e, em breve, a comunicação via voz poderá ser considerada apenas como mais um serviço entre vários outros disponíveis.

Pioneiras neste ramo, as primeiras aplicações propõem apenas informação bruta e com possibilidades de tratamento bem limitadas. No caso particular deste trabalho, considera-se primeiro uma gama de serviços de informações desenvolvidos em colaboração com a empresa OnLine Diffusion Redes de Telecomunicações Ltda., hospedada na incubadora de empresas de tecnologia Centro GeNESS (Centro de Geração de Novos Empreendimentos em Software e Serviços), ligada à Universidade Federal de Santa Catarina. Esta empresa vem desenvolvendo há cerca de um ano serviços de difusão de informações de vários tipos nos telefones móveis celulares, sendo que todos os parâmetros do sistema (escolha do tipo de informações recebidas, frequência de recebimento, etc.) são configurados pelo próprio usuário a partir de uma interface de interação via Internet.

O lado convivial do aparelho, a sua facilidade de uso, a possibilidade de levá-lo aonde quisermos e de sempre tê-lo por perto proporcionam oportunidades de inúmeros novos serviços. É com este propósito que foi criado o WAP (*Wireless Application Protocol*) por um

consórcio de empresas ligadas ao mundo da telefonia móvel celular. Como esta tecnologia é ainda muito recente, os primeiros serviços foram disponibilizados pelas operadoras aos usuários finais há apenas muito pouco tempo, estando longe de atingir todas as possibilidades oferecidas pelo WAP.

Acredita-se, porém, que com o passar do tempo eles serão melhores e mais diversificados. Provavelmente, vamos assistir o aparecimento de verdadeiras telinhas de computadores nos nossos telefones celulares e serviços que já fizeram muito sucesso em outras formas de equipamentos eletrônicos como, por exemplo, o comércio eletrônico que envolve tudo o que diz respeito às transações financeiras. O sucesso dessa tecnologia é incontestável e vem tanto suprir uma necessidade do consumidor quanto criar uma série de novos hábitos que poderão modificar drasticamente o nosso comportamento. Levando-se em conta os vários serviços já existentes, constata-se que os serviços utilizando o protocolo WAP ainda podem ser considerados marginais.

Esta dissertação tem como primeiro objetivo o estudo detalhado do protocolo WAP visando o desenvolvimento de aplicações para dispositivos de comunicação móvel sem fio. O objetivo é demonstrar que os serviços de transmissão de dados atuais podem ser aperfeiçoados utilizando o WAP, fornecendo vantagens como interatividade, conforto e independência da plataforma. O segundo objetivo é o estudo e o desenvolvimento de um sistema de difusão de mensagens apoiando-se em funcionalidades WAP.

Na Parte I, expõe-se os motivos que levaram à criação do protocolo WAP e os argumentos e regras que nortearam o desenho de sua arquitetura. Em seguida, na Parte II, passa-se ao estudo das funcionalidades e particularidades do protocolo WAP no intuito de avaliar as possibilidades e limitações desta tecnologia. Na continuação, na Parte III, utiliza-se o estudo anterior como base para uma discussão acerca dos serviços de transmissão de dados disponíveis atualmente e são apresentadas as ferramentas escolhidas para os testes e a implantação das funcionalidades WAP. Segue-se então a apresentação do desenvolvimento do sistema de difusão propriamente dito. Inicia-se com uma plataforma de difusão de

---

informações utilizando o protocolo SMS já disponível no mercado brasileiro. Por último, apresenta-se o sistema estendido com a tecnologia WAP e alguns exemplos de funcionamento. Na conclusão, apresenta-se uma avaliação do trabalho que foi desenvolvido e discute-se mais amplamente a problemática de serviços de dados aplicados a dispositivos móveis.

## **Parte I**

# **A Nova Era da Informação**



# Capítulo 1

## Da Internet ...

### 1.1 Introdução

A Internet tem provocado uma verdadeira revolução na maneira de nos comunicarmos. Ela tornou-se uma ferramenta comum no nosso cotidiano, principalmente com o surgimento da WWW (*World Wide Web*).

Chamamos de rede de computadores a um conjunto de computadores autônomos interconectados. Dois computadores estão interconectados quando podem trocar informações, normalmente através de sinais eletrônicos transmitidos por um condutor elétrico (cabo ou fio). Encontramos freqüentemente na arquitetura de redes de computadores o paradigma de comunicação denominado *cliente/servidor* [Tanenbaum 96, ISO 7498]. Nesse modelo, a comunicação inicia-se através de uma mensagem enviada por uma entidade cliente para uma entidade servidor solicitando a execução de alguma tarefa específica. Esta pode ser simples como o envio de informações ou mais complexa. Em seguida, o servidor executa a tarefa solicitada e, eventualmente, envia uma resposta ao cliente. Geralmente, há um grande número de clientes conectado a um pequeno número de servidores.

A Internet em si é um conjunto de redes de computadores conectadas entre si. Nasceu na década de 60, no auge da Guerra Fria, no contexto de um projeto do governo norte-americano tendo como objetivo a construção de uma rede capaz de sobreviver e manter as comuni-

cações nos Estados Unidos durante uma guerra nuclear. O projeto, chamado de ARPANET, passou a utilizar o famoso modelo TCP/IP já em 1974 [Tanenbaum 96]. No final da década de 70, a *National Science Foundation* (NSF), percebendo o impacto da ARPANET nos poucos centros de pesquisa e universidades que tinham o privilégio de ter essa ferramenta resolveu criar uma rede virtual denominada CSNET para prover a todas as universidades um acesso discado a ARPANET e outras redes. Em 1984, a NSF desenvolveu uma sucessora de alta velocidade: a NSFNET. Essa, por sua vez, incluía a própria ARPANET e conectava bibliotecas, laboratórios, universidades, museus, etc. Foi um sucesso tão grande que logo a NSF começou a planejar uma outra sucessora. Aos poucos, o governo americano percebeu que não podia mais financiar esse projeto sozinho e abriu a Internet para as organizações comerciais. Neste meio tempo, outros países e regiões também estavam construindo suas redes de redes utilizando o modelo TCP/IP. O número de redes, máquinas e usuários conectados à ARPANET cresceu rapidamente depois que o TCP/IP tornou-se em 1º de janeiro de 1983 o protocolo oficial. Quando a NSFNET e a ARPANET foram interconectadas, o crescimento tornou-se exponencial. Muitas redes regionais foram integradas, sendo criadas conexões com redes existentes no Canadá, América Latina, Europa e países do Pacífico.

O crescimento continuou acelerado e, em 1990, a Internet já interconectava 3 mil redes e 200 mil computadores. Em 1992, esse número ultrapassou a cifra de um milhão [Tanenbaum 96]. O elemento chave desse crescimento fantástico da Internet: o modelo TCP/IP.

## 1.2 O Modelo TCP/IP

O TCP/IP é na verdade uma pilha de protocolos que permitem a criação de um serviço de comunicação de âmbito global. Quando uma máquina pertence à Internet, ela possui um endereço (denominado *endereço IP*, para *Internet Protocol*) único e pode enviar dados a qualquer máquina conectada à Internet, usando a *camada IP* [Tanenbaum 96].

Essa camada IP é um protocolo da pilha TCP/IP que pode enviar dados na forma de *datagramas IP* (seqüência de *bytes*), sem nenhum tipo de garantia. O protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*), por sua vez, foi projetado especificamente para oferecer um fluxo *confiável* de bytes ponta a ponta em uma inter-rede *não-confiável*. Por confiável, entende-se:

- Sem perda de mensagem,
- Recepção ordenada e sem repetição, e
- Sem corrupção de conteúdo.

Uma entidade TCP aceita fluxos de dados de usuários provenientes de processos locais e após tratá-los convenientemente envia-os às entidades TCP de destino.

Como a camada IP não oferece qualquer garantia de que os datagramas serão realmente entregues, cabe à camada TCP retransmití-los sempre que necessário. Os datagramas também podem chegar fora de ordem; a camada TCP também terá que reorganizá-los em mensagens na seqüência correta. Resumindo, a camada TCP fornecerá a confiabilidade ausente na camada IP.

### 1.3 A World Wide Web

A rede WWW é baseada em uma aplicação inventada por Tim Berners-Lee, físico do CERN<sup>1</sup> que facilitou de sobremaneira o uso da Internet. Ela possibilitou a configuração de um *site* a partir de inúmeras páginas hipertexto informativas contendo textos, imagens, vídeos, sons e vínculos (*links*) a outras páginas hipertexto ou *sites*. Os fornecedores de serviços beneficiam-se das vantagens trazidas pela WWW já que a utilização dos serviços é independente da localização dos usuários [Tanenbaum 96, HTTP].

---

<sup>1</sup>“Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire”, Conselho Europeu para Pesquisa Nuclear, estabelecido em Genebra, Suíça.

Em 1995, haviam-se milhões de computadores conectados a Internet além de dezenas de milhões de usuários. Avalia-se que o tamanho da Internet dobra a cada ano. Uma das ferramentas de maior sucesso na Internet é o correio eletrônico graças à rapidez, baixo custo e desempenho. Mas a ferramenta que realmente popularizou a Internet foi a WWW (*World Wide Web*), com o conhecido princípio de navegação através de *links* de hipertexto. Quando um usuário conecta-se na Internet, ele acessa uma grande quantidade de recursos que vão de textos até programas.

Foram criados muitos tipos de *sites* exibindo páginas contendo mapas, indicadores financeiros, catálogos de produtos, textos de livros, etc. Sem sombra de dúvida, o crescimento da WWW continuará acentuado nos próximos anos permitindo que o desenvolvimento tecnológico do próximo século seja grandemente influenciado pela Internet.

# Capítulo 2

## ... À Internet Sem Fio

### 2.1 O Papel das Operadoras de Telecomunicações

À medida que os usuários tornam-se mais dependentes dos serviços oferecidos pela Internet, surge um inconveniente prático que é a necessidade de um meio físico cabeado para se conectar. Essa limitação é particularmente importante quando os usuários estão em trânsito, por exemplo, viajando. É nesse contexto que as operadoras de telefonia móvel celular passaram a desempenhar um papel importante para um certo grupo de usuários.

Desde a aparição da telefonia móvel celular no início dos anos 90, as redes digitais de telefonia desfrutam de um sucesso comercial crescente à medida que os preços se democratizam. Quanto mais baixo for o custo, maior é o percentual da população que possui um telefone celular [IEC WAP, AU 99].

Entretanto, o custo não é mais o único argumento para convencer o cliente. Uma nova arma utilizada pelas operadoras é a quantidade e a qualidade dos serviços oferecidos aos clientes, pois até bem pouco tempo, as redes de telefonia móvel não ofereciam a flexibilidade necessária aos desenvolvedores para agregar novos serviços ao sistema.

## 2.2 Os Serviços de Difusão

Já faz algum tempo que serviços de transmissão de dados vêm sendo agregados às assinaturas de telefonia celular convencional. Existem inúmeras áreas de aplicação. O surgimento de um novo serviço contribui para melhorar a vida das pessoas e aumentar a competitividade entre as operadoras. São realizadas toda espécie de parcerias, acordos e campanhas de propaganda, etc. para ser a primeira a anunciar um novo serviço.

Os serviços eram inicialmente básicos e locais: ajuda à digitação, agenda telefônica inteligente, pequenos jogos, calculadora, despertador, mas não mostravam muita criatividade e interesse para o cliente. Em seguida começaram a transitar dados nas linhas digitais, e logo os usuários passaram a receber no seu celular o saldo da conta bancária, manchetes de jornais, informações sobre o trânsito, previsão do tempo, etc. Alguns destes serviços disponíveis em telefones celulares prestam informações de interesse público. Mas existem também os serviços de interesse particular, tais como envio de mensagens, lista de vendedores, saldo da conta bancária, pedido de orçamento para fornecedores, etc.

Uma classe importante dos serviços de informação são os tais chamados *serviços de difusão* - uma mesma informação é enviada a um grupo de endereços (eventualmente envolvendo centenas ou milhares de pessoas) [IEC WAP]. Os serviços de difusão existem nas redes de telefones celulares digitais já faz algum tempo: em Santa Catarina, por exemplo, os usuários da operadora que explora a banda B podem receber notícias desde meados de maio de 2000. Entre os mecanismos utilizados para a difusão encontram-se o *Short Message Service* e *Cell-Broadcast* [Homer 00]. O SMS (*Short Message Service*) é um protocolo que utiliza uma portadora de sinais digitais específica como meio de transmissão de dados e serve para enviar curtas mensagens de texto para um ou vários usuários.. O *Cell-Broadcast*, por sua vez, foi desenhado para a entrega de mensagens para muitos usuários numa área específica. Assim como o SMS é um serviço do tipo *um-para-um* ou *um-para-alguns*, o *Cell-Broadcast* é um serviço do tipo *um-para-muitos* que estão geograficamente próximos. Permite a comunicação de mensagens para vários usuários de telefone celular localizados

numa determinada área de cobertura da rede na hora da difusão da mensagem. Em outros termos, o *Cell-Broadcast* é um serviço mais próximo a mídia de distribuição de massa como o *teletext*<sup>1</sup> ou o *Radio Data System*<sup>2</sup>, ambos bastante utilizados em alguns países da Europa. O *Cell-Broadcast* foi definido dentro da Fase 2 do padrão GSM e tem algumas similaridades com o SMS (<http://www.mobilecellbroadcast.com/>). Uma mensagem do tipo *Cell-Broadcast* pode conter de uma até 15 páginas e cada página aproximadamente 93 caracteres.

## 2.3 O protocolo SMS para os Serviços de Difusão

Neste trabalho foi desenvolvido um conjunto de aplicações denominado *SMS Planet* para a difusão de informações em telefones celulares utilizando a tecnologia SMS. Os serviços oferecidos por esta aplicação são variados e vão desde um sistema de alerta relacionado às bolsas de valores até ferramentas de comunicação entre empresários, passando por serviços de informação sobre eventos, festas e previsão de tempo regionalizada para agricultores. A configuração dos serviços é feita pela Internet. As escolhas dos usuários são armazenadas em um banco de dados que utiliza o sistema de gerenciamento MySQL que demonstrou excelente desempenho em termos de eficiência, estabilidade e robustez. O ambiente operacional é o sistema Linux. A parte de automatização dos processos de registros de cadastros, acompanhamento da navegação do usuário e apresentação de informações personalizadas foi deixada à cargo da linguagem de descrição de *scripts* voltada à Internet denominada PHP3. O funcionamento é padronizado e as operações do usuário reduzidas ao máximo de maneira a manter a simplicidade de uso do sistema. Basicamente, o usuário entra no *site* do serviço na Internet, cadastra-se, informa as suas preferências e, a partir deste momento, passa a

---

<sup>1</sup>O *teletext* é um serviço de dados disponibilizado por canais de televisão no qual cada canal difunde uma série de informações associadas a noticiários, jogos, programação, resultados esportivos, etc.

<sup>2</sup>O *Radio Data System* é um serviço de dados disponibilizado pelas emissoras de rádio FM e destinado principalmente aos motoristas ou turistas atravessando uma região na qual não conhecem a atribuição das frequências. O sistema permite a transmissão do nome da emissora, o tipo de programa, a sintonização automática na mesma emissora quando o usuário sai de uma zona de atribuição de frequência e entra numa outra, etc. O sistema começou a ser implantado no Brasil a partir de meados de 1999.

receber as informações solicitadas na hora em que elas acontecem.

O principal inconveniente apresentado pelo sistema *SMS Planet* é a falta de interatividade fornecida pelo protocolo SMS. Ao receber uma informação que necessita de uma resposta, é natural que o usuário utilize o mesmo ambiente/mídia para responder. Apesar de ter na mão um telefone que lhe permite chamar um corretor financeiro, um banco, um cliente, um fornecedor, um grupo de parceiros, ou um familiar, a solução não oferece propostas padronizadas de interação ou processamento da informação recebida pelo telefone.

Apesar disso, a disponibilidade dos serviços deixou o usuário em contato com uma realidade bastante diferente da que ocorria até bem pouco tempo. Agora ele pode receber e-mail no seu telefone celular, já sabe dos resultados esportivos antes de voltar para casa à noite e não deve mais confiar apenas no seu corretor ou no seu banco. Mesmo assim, a rigidez do SMS, combinado a outros inconvenientes, como a falta de interface gráfica para ajudar a leitura, o tamanho reduzido de cada mensagem (cerca de 160 caracteres por mensagem), a falta de ferramentas e de ergonomia para navegar no ambiente de mensagens, entre outros, acabam deixando esses serviços mais parecidos com o estilo espartano do telegrama do que com o conforto e o refinamento proporcionados pelos navegadores modernos da Internet.

## 2.4 Os Novos Caminhos da Difusão de Mensagens

Além dos inconvenientes apresentados acima, a tecnologia SMS é ainda implantada pelas operadoras dentro de um contexto fortemente proprietário. Apesar do sistema SMS ser um padrão bem definido, cada operadora tem o seu pacote de serviços e o seu jeito de disponibilizar o serviço a terceiros [Homer 00].

Do ponto de vista da tecnologia, as soluções posteriores apresentadas pelos grandes fabricantes da indústria de telefones móveis foram diversas e originais, cada uma trazendo o seu pacote de funcionalidades para tentar compensar as falhas do sistema SMS e definitivamente



convencer o público. Foram elas [IEC WAP, Phone 00]:

- Em 1995, a *Ericsson* apresentou um projeto chamado *Intelligent Terminal Transfert Protocol*, o ITTP, permitindo a comunicação entre um "nó de serviço" que concentra as aplicações e um telefone móvel inteligente.
- Em 1997, *Unwired Planet* apresentou a linguagem HDML (*Handheld Device Markup Language*) e o protocolo HDTP (*Handheld Device Transport Protocol*) como substitutos "móveis" da linguagem HTML (*HyperText Markup Language*) e do protocolo HTTP (*HyperText Transport Protocol*), respectivamente.
- Também em 1997, a *Nokia* apresentou o conceito de *Smart Messaging*, uma tecnologia de acesso aos serviços Internet utilizando a portadora SMS (*Short Message Service*). Este conceito era acompanhado da sua própria adaptação da linguagem HTML, a linguagem TTML (*Tagged Text Markup Language*).

Apesar dos esforços, nenhuma das alternativas propostas conseguiu seduzir definitivamente o mercado. Em consequência, a necessidade urgente de um padrão satisfazendo todas as partes tornou-se cada vez maior, levando os principais atores do mercado da telefonia móvel a entrar num consenso.

## **Parte II**

# **Estudo do Protocolo WAP**

## Capítulo 3

# As Bases do Desenvolvimento do Protocolo WAP

### 3.1 Introdução

Com um número muito grande de padrões aparecendo corria-se o risco de nenhum se impor e o mercado se fragmentar como já foi o caso de vários setores na história das tecnologias. Sendo assim, um pequeno grupo de companhias resolveu unir esforços para encontrar uma solução uniforme. No dia 26 de junho de 1997, a *Ericsson*, a *Nokia*, a *Motorola* e a *Unwired Planet* propuseram um padrão aberto e livre de acesso capaz de levar informações e serviços telefônicos aos aparelhos móveis celulares [WFWAP].

O *WAP Forum* foi oficialmente criado em dezembro de 1997. O método utilizado para chegar a esse objetivo seguia a filosofia dos projetos precedentes: aplicar a comodidade e a flexibilidade da Internet às redes sem fios. O protocolo WAP foi então inaugurado como uma plataforma de serviços sem fios.

Os passos seguintes na história do WAP vieram rapidamente: as primeiras especificações (WAP 1.0) foram publicadas em abril de 1998, pouco tempo depois do livre acesso ao *WAP Forum*. Em abril de 1999 foram publicadas as especificações da versão 1.1 e os primeiros aparelhos obedecendo este padrão já chegaram aos mercados europeus e

americanos [Phone 00]. Mas o WAP continua evoluindo e, várias funcionalidades estão ainda sendo preparadas. A entrega em novembro de 1999 da versão 1.2 trouxe melhorias da parte de segurança com a introdução do *Wireless Identity Module* (WIM), e novas funcionalidades como a *Wireless Telephony Application Interface* (WTAI) e o *Push* [WFWIM, WFWTA, WFWAP].

O número de membros do *WAP Forum* cresceu até chegar a mais de 200 atualmente. Entre eles, estão as maiores empresas de comunicação sem fio, pode-se considerar que o sucesso do WAP está apenas começando [AU 99].

## 3.2 Metas

A principal missão do *WAP Forum* é trazer uma nova tecnologia permitindo o desenvolvimento de aplicativos e serviços operando nas redes de comunicação sem fio. O modelo adotado foi o exemplo bem-sucedido da Internet, mas levando-se em conta as limitações inerentes aos dispositivos portáteis e respeitando uma série de exigências bem precisas<sup>1</sup>.

Além disso, o *WAP Forum* objetiva outros pontos importantes [WFWAP]:

- Trazer conteúdo e serviços de dados avançados da Internet aos telefones sem fios digitais e outros terminais sem fio da forma mais abrangente possível.
- Criar as especificações de um protocolo de comunicação nas redes sem fio e abrir esse protocolo.
- Oferecer uma grande independência em relação aos outros padrões de redes sem fio.
- Permitir a criação de conteúdo e aplicativos que se adaptam a uma variedade de tipos de transporte (GSM, PDC, IS-136, etc.) e a uma gama de aparelhos como os telefones

---

<sup>1</sup>A lista completa encontra-se disponível nas documentações do *WAP Forum*, em particular em [WFWAP].

celulares e PDAs (*Personal Digital Assistants* <sup>2</sup>).

- Adotar e estender tanto quanto possível os padrões e tecnologias existentes.
- Permitir uma compatibilidade com os novos protocolos e tipos de redes tais como os 3G <sup>3</sup>, sistemas de terceira geração - ou seja, a próxima geração a chegar no mercado.

### 3.3 Limitações

As primeiras limitações situam-se no próprio aparelho de telefonia móvel celular (ver Fig. 3.1). Apesar do avanço tecnológico dos fabricantes, as máquinas sem fios sempre deverão permanecer portáteis e manuseáveis. Portanto, exceto por um avanço espetacular na tecnologia, os aparelhos de telefonia móvel estarão em desvantagem em relação aos computadores pessoais no que diz respeito à capacidade de processamento e armazenamento, visualização da informação e interatividade com o usuário.

As redes sem fios também têm as suas limitações pelo fato de funcionarem em um ambiente bastante desfavorável e com várias restrições. Por causa disso, em relação aos similares cabeados, as redes sem fios geralmente possuem menor capacidade de banda passante<sup>4</sup>, maior latência<sup>5</sup>, menor estabilidade de conexão e menor disponibilidade.

---

<sup>2</sup>Os PDAs constituem uma nova geração de mini-computadores que cabem na mão, geralmente com tela tátil e até em cores, e ajudam para várias tarefas do dia-a-dia do profissional: coleta de dados, organização de compromissos, agenda telefônica, lembretes, etc. Constatou-se nos últimos meses que a tendência de evolução dos telefones celulares levará a um compromisso entre os nossos telefones móveis atuais e os PDAs.

<sup>3</sup>Os telefones celulares digitais habilitados para receber conteúdo WAP são geralmente referidos como sendo de 2.5G, alusão ao fato que pertencem a segunda geração de telefones celulares, trazendo entretanto melhorias que os deixam mais próximos dos futuros terminais de comunicação móvel.

<sup>4</sup>Neste sentido, *banda passante* representa a quantidade de dados úteis encaminhada pela rede por unidade de tempo.

<sup>5</sup>Caraterística da rede que, em circunstâncias desfavoráveis, a deixa oculta e inacessível por um certo tempo quando precisa-se dos seus serviços - Tempo de resposta.

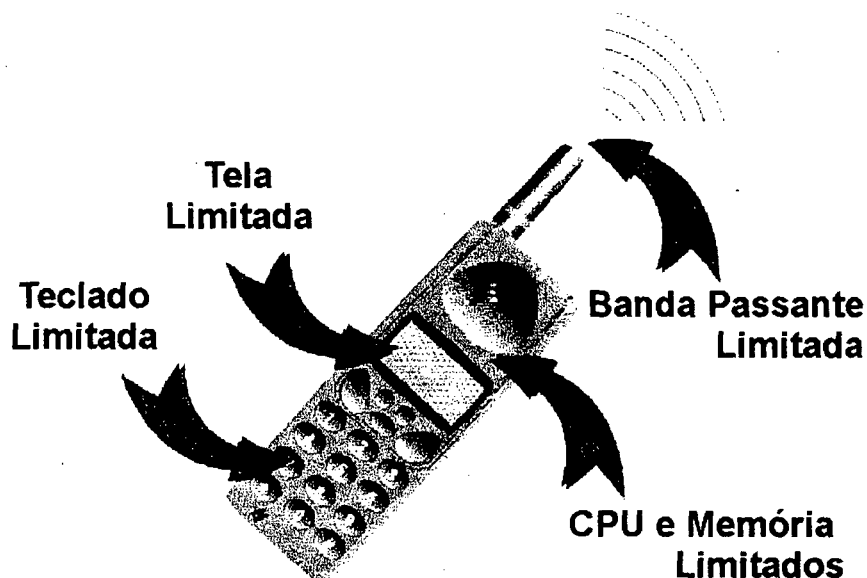


Figura 3.1: Limitações dos telefones móveis

### 3.4 Exigências

O *WAP Forum* também fixou uma série de exigências para a sua arquitetura [WFWAP].

São elas:

- Estender e melhorar os padrões existentes.
- Definir uma arquitetura em camadas que seja adaptável e extensível.
- Suportar o maior número possível de redes sem fios.
- Otimizar a arquitetura para as portadoras de banda muito estreita com grande potencial de latência.
- Fornecer suporte para aplicativos e comunicações seguras.
- Autorizar a criação de interfaces homem-máquina com o máximo de flexibilidade e controle do fornecedor.
- Otimizar a arquitetura para o uso eficaz dos recursos limitados dos periféricos (pouca memória, CPU com pouca capacidade de processamento, baixo consumo elétrico, etc.).

- Fornecer o acesso às funcionalidades locais do aparelho portátil, por exemplo, a identificação lógica das chamadas.
- Facilitar a interoperabilidade entre fornecedores distinguindo nas especificações os componentes obrigatórios e os opcionais.
- Fornecer um modelo de programação para a integração de serviços telefônicos.

## Capítulo 4

# A Arquitetura do Protocolo WAP

### 4.1 Seguindo o Modelo da Internet

Se o *WAP Forum* foi criado para atender a expectativa dos usuários de telefonia para serviços de dados (ver parágrafo 2.1), então também tem grande chance de satisfazer aos usuários da Internet. A rede das redes não param de atrair novos usuários. O sucesso é tal que muitas empresas passaram a usá-la como principal ferramenta de comunicação e enfrentariam dificuldades se tivessem de deixá-la.

Uma das características essenciais da Internet - e também principal inconveniente - é a comunicação via cabo. Os pioneiros da Internet móvel enfrentaram inúmeros problemas, começando pelo tamanho dos computadores portáteis e pela pequena banda passante dos acessos sem fio. A fim de facilitar o uso móvel dos serviços da Internet o *WAP Forum* escolheu uma arquitetura baseada o tanto quanto possível nas tecnologias da Internet. Dessa forma, o *WAP Forum* tentou facilitar a transposição dos serviços de uma arquitetura para a outra [Mann 00].



### 4.1.1 O Modelo *World Wide Web*

No modelo Internet, um cliente acessa os servidores por um sistema de endereços padronizados chamado URL (*Uniform Ressource Locator*). Um navegador Web encarrega-se de fazer os pedidos de dados para o servidor e este retorna o conteúdo para o cliente. A comunicação entre o navegador e o servidor respeita protocolos padrões, sendo o HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) o mais utilizado. Para que os navegadores possam saber como tratar os dados recebidos, cada conteúdo da *World Wide Web* tem um tipo bem definido (texto simples, texto formatado, imagem, vídeo, ...).

Os formatos de conteúdo também são padronizados. Os navegadores incluem um suporte para os formatos mais utilizados. A linguagem hipertexto de referência é o HTML (*HyperText Markup Language*) [HTTP, HTML 4, WFWML]. Linguagens de descrição de *scripts* também existem como, por exemplo, a *JavaScript* ou a *VBScript* [ECMA 262, WFWMLS]. Os dados acessíveis nos servidores podem ser estáticos ou dinâmicos, dependendo se esses dados são sempre os mesmos ou são gerados em função dos parâmetros de cada pedido.

Há três tipos de servidores na Internet:

- **Servidor de conteúdo**

É onde a informação é encontrada.

- **Servidor *Proxy***

Servidor intermediário efetuando os pedidos para os servidores de conteúdo a partir dos pedidos dos clientes. Ele deve implantar tanto o lado cliente quanto o lado servidor. Um servidor *proxy* pode também integrar funcionalidades tais como uma memória *buffer* (memória temporária) das informações já enviadas.

- **Gateway**

Também um servidor intermediário. Trata os pedidos de maneira transparente - os clientes geralmente não têm conhecimento da sua existência.

### 4.1.2 O Modelo WAP

Sendo o modelo WAP fortemente baseado no modelo WWW para a comunicação entre cliente e servidor, os principais componentes para a comunicação *cliente/servidor* expostos na seção anterior também continua valendo para a tecnologia WAP. São eles [WFWAP]:

- **Sistema padronizado de endereçamento**

O modelo WAP utiliza dois tipos de endereçamento: os URLs, para identificar as informações WAP nos servidores de conteúdo e os URIs (*Uniform Resource Identifiers*), para identificar os recursos internos ao dispositivo.

- **Tipos de conteúdo**

São igualmente bem definidos, permitindo aos navegadores WAP tratar corretamente os dados recebidos.

- **Formatos de conteúdo padronizados**

Os formatos de conteúdo WAP também incluem uma linguagem de balizamento, uma linguagem de descrição de *scripts*, etc.

- **Protocolos de comunicação padronizados**

Permitem o encaminhamento dos pedidos do cliente aos servidores de conteúdo.

A diferença mais significativa entre o modelo WAP e o modelo WWW é a presença obrigatória de um servidor intermediário permitindo a tradução dos pedidos WAP em pedidos WWW. Também efetua uma codificação e decodificação dos dados entre os dois tipos de redes.

## 4.2 Arquitetura em Camadas

Em seguida, iremos detalhar cada camada do protocolo WAP. De fato, o WAP foi concebido em camadas como todos os modelos modernos para facilitar a evolução das tecnologias que os compõem. O desenvolvimento do WAP seguiu o modelo OSI, modelo de referência da

ISO para o desenvolvimento de redes de computadores. Apesar de não o respeitar rigorosamente, as camadas superiores são muito similares [ISO 7498, WFWAP].

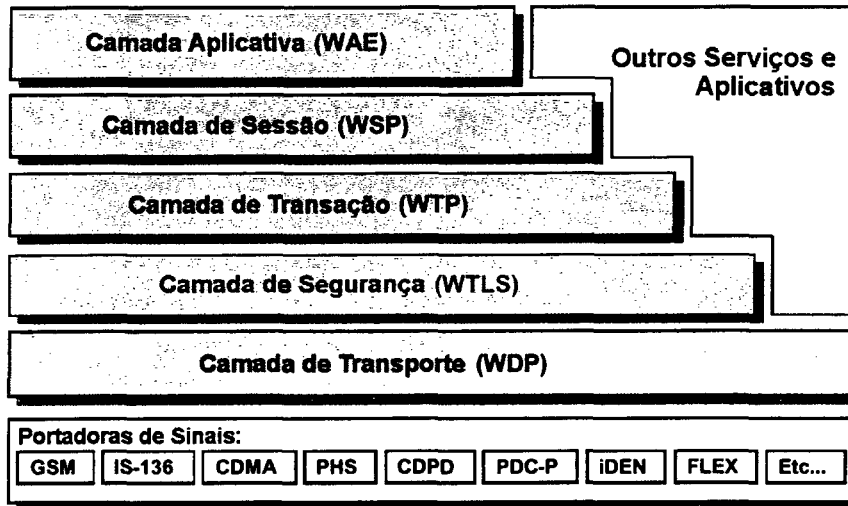


Figura 4.1: Arquitetura Lógica do Modelo *Wireless Application Protocol* (WAP)

Nos modelos em camadas utiliza-se freqüentemente a palavra “pilha” para caraterizar a superposição de blocos de funcionalidades bem definidas. As cinco camadas (ver Fig. 4.1) compondo a pilha WAP são:

- **A camada aplicativa:** *Wireless Application Environment* (WAE)
- **A camada de sessão:** *Wireless Session Protocol* (WSP)
- **A camada de transação:** *Wireless Transaction Layer* (WTP)
- **A camada de segurança:** *Wireless Transport Layer Security* (WTLS)
- **A camada de transporte:** *Wireless Datagram Protocol* (WDP)

O modelo em camadas do WAP é representado na Fig. 4.2. As funcionalidades de cada camada são utilizadas por meio de uma interface bem definida segundo a qual as camadas acessam os serviços de mais baixo nível por intermédio da camada imediatamente inferior.

A noção é que as camadas inferiores prestam serviços às camadas superiores obedecendo uma hierarquia linear. As entidades de gestão (*Management Entity*) de camadas cuidam da inicialização e da configuração do protocolo assim como do tratamento de erros como, por exemplo, a perda de conexão se o terminal sair da área de cobertura [WFWAP].

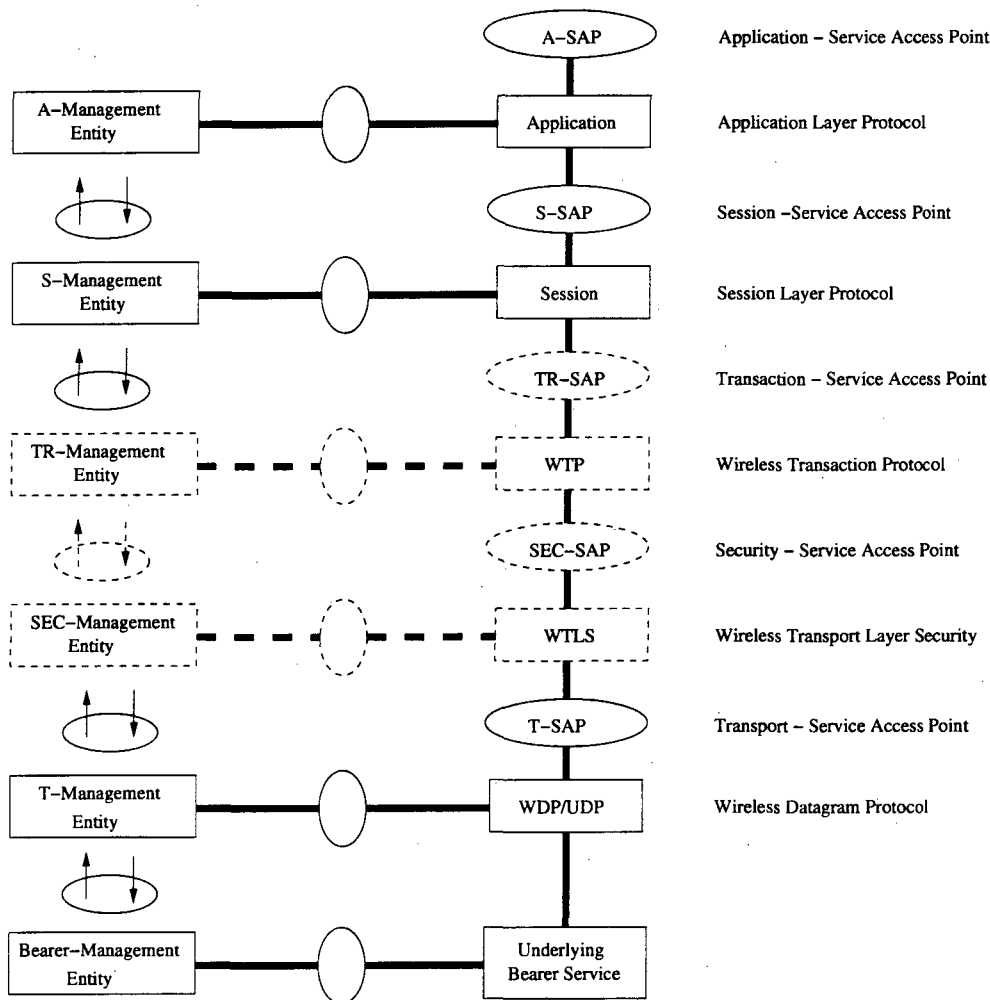


Figura 4.2: Modelo de Referência do Modelo *Wireless Application Protocol* (WAP)

A arquitetura em camadas do WAP permite que outros serviços e aplicativos possam utilizar as funcionalidades da pilha WAP a partir de um conjunto de interfaces. Os aplicativos externos podem acessar diretamente as camadas sessão, transação, segurança e transporte. Isso deixa a pilha WAP utilizável por aplicativos e serviços que não fazem parte das especificações WAP podendo se revelar bastante interessante para o mercado da telefonia móvel.

As camadas de transação e de segurança podem ser utilizadas ou não, dependendo do modo de transmissão desejado. Isso leva a quatro modos básicos de funcionamento do protocolo WAP. São eles [WFWDP, WFWSP]:

- **Modo sem conexão (*Connectionless Mode*)**

Essa configuração utiliza diretamente o WSP em cima do WDP e não oferece garantia sobre a recepção de pacotes de dados enviados

- **Modo seguro sem conexão**

Configuração igual a anterior, mas com segurança na comunicação devido à camada WTLS

- **Modo com conexão (*Connection-Oriented Mode*)**

Esse modo de conexão utiliza o WTP além do WSP e do WDP. Isso garante uma comunicação confiável onde os pacotes de dados não recebidos são retransmitidos.

- **Modo seguro com conexão**

Configuração igual a anterior, mas com segurança na comunicação devido à camada WTLS.

### 4.3 O *Wireless Datagram Protocol* (WDP)

A camada de transporte da arquitetura WAP é chamada *Wireless Datagram Protocol* e oferece um serviço coerente aos protocolos das camadas superiores. Ele permite a comunicação de forma transparente utilizando as diversas portadoras de sinais disponíveis. Esse protocolo é do tipo *datagram transport*<sup>1</sup>, o que significa que se trata de um serviço que não garante que os SDUs (*Service Data Units*) não serão perdidos, duplicados ou recebidos numa ordem diferente da do envio. Portanto, o WDP propõe um serviço em modo sem conexão

---

<sup>1</sup> *Datagram* é uma palavra inglesa definida no modelo *telegram* [Tanenbaum 96]. Neste texto, utiliza-se a palavra “datagrama” como tradução de “datagram”.

(*connectionless mode*).

Quando a rede suporta o IP (*Internet Protocol*) como protocolo de roteamento, a definição adotada para o WDP é o UDP (*User Datagram Protocol*) [WFWDP]. Na realidade, não há motivo para utilizar um novo protocolo datagrama operando sobre IP já que o UDP fornece funcionalidades e mecanismos idênticos além de ser largamente utilizado em outras redes. Consequentemente, toda vez que o protocolo IP encontra-se disponível na rede, o serviço datagrama WDP utilizado para esse tipo de rede será o UDP. Essa última condição é obrigatória, especificada explicitamente pelo *WAP Forum* na definição do WDP.

### 4.3.1 Portadoras de Sinais

O protocolo WAP foi desenvolvido para operar em cima de uma série de portadoras de sinais, algumas apenas previstas. Estas não fazem parte do protocolo em si, o que permite que o WAP se apoia no futuro sobre novas portadoras mais modernas e eficientes. É a camada WDP que se encarrega de prover uma convergência entre as portadoras e o resto da pilha WAP. As especificações do *WAP Forum* para a camada WDP enumeram a lista das portadoras oficialmente suportadas bem como das técnicas usadas para que o protocolo WAP possa funcionar utilizando cada uma delas. Essa lista será atualizada com a chegada de novas portadoras seguindo a evolução do mercado de telecomunicações sem fio [WFWAP].

As portadoras em cima das quais o protocolo WAP opera podem ser de natureza muito diferentes. Encontramos na lista o SMS (*Short Message Service*), dados em comutação de circuitos (*circuit-switched data*) e dados em pacotes (*packet data*). As portadoras oferecem diversos níveis de qualidade de serviço do ponto de vista da banda passante, da taxa de erros e dos tempos de resposta. Os protocolos constituindo o WAP foram concebidos para compensar ou tolerar esses diferentes níveis de serviços. Em particular, o WDP deve oferecer um nível de serviço constante ao TSAP (*Transport Service Access Point*). Essa característica permite que os aplicativos finais operem de maneira transparente sobre diferentes portadoras. As mudanças necessárias no protocolo WDP para utilizar diversas portadoras e ainda

oferecer o mesmo serviço ao TSAP são realizadas através de uma “adaptação de portadoras” como ilustrado na Fig. 4.3. As variações de nível dos serviços em função das portadoras utilizadas representam as diferenças nas funções fornecidas pelas portadoras [WFWDP].

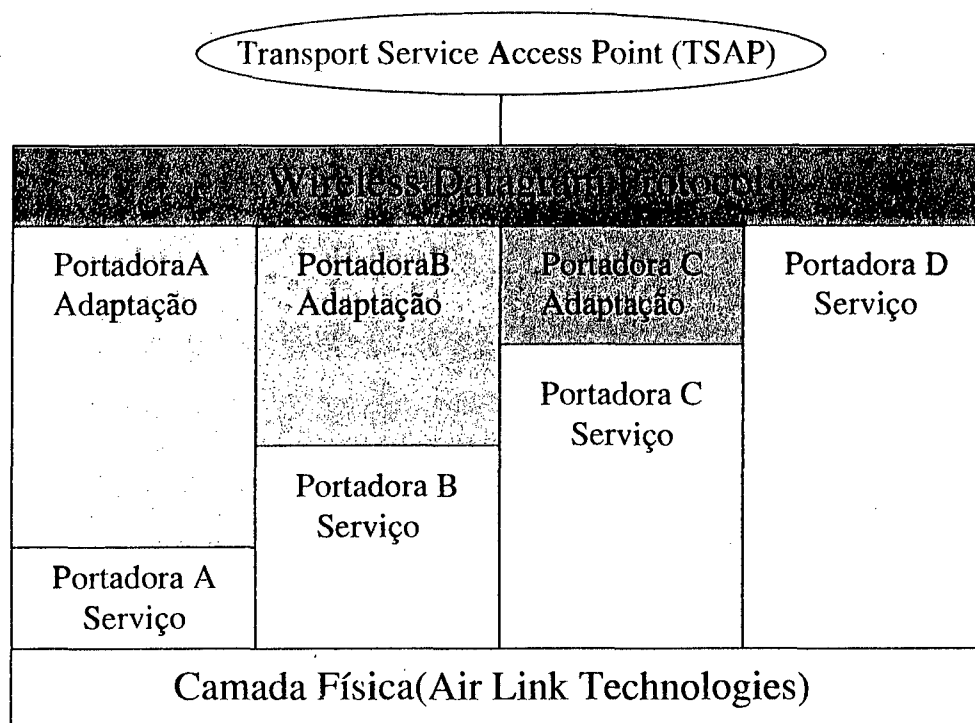


Figura 4.3: Arquitetura do *Wireless Datagram Protocol* (WDP)

Pelo fato do WDP operar utilizando portadoras de características muito diferentes, o desempenho dos protocolos operando acima de cada tipo de portadora também podem variar. Por isso, é preciso levar em conta os problemas de utilização da memória, de eficiência das transmissões por ondas de rádio e de otimização do protocolo.

### 4.3.2 Serviços

O WDP pode gerenciar a comunicação de várias instâncias das camadas superiores utilizando apenas um serviço de portadora. Para isso, o WDP utiliza o conceito de portas para

identificar as diferentes entidades situadas sobre o WDP. Neste caso, a camada superior pode ser o *Wireless Transaction Protocol* (WTP), o *Wireless Session Protocol* (WSP), ou mesmo uma aplicação, como, por exemplo, um cliente de correio eletrônico.

Existem ainda dois outros serviços interessantes e opcionais no protocolo WDP. O primeiro é a capacidade de segmentar e reagrupar os datagramas quando esses são muito grandes para a capacidade da rede subjacente. O segundo oferece a possibilidade de estender o WDP com um mecanismo de gestão de erros que integra o protocolo *Wireless Control Message Protocol* (WCMP). De maneira alternativa, ele pode ser utilizado para um objetivo puramente informativo ou de diagnóstico [WFWDP].

No caso de uma rede baseada no IP, o protocolo UDP encarrega-se do endereçamento dos aplicativos, enquanto o próprio IP encarrega-se do controle de mensagem e da gestão da segmentação e do reagrupamento.

#### 4.4 A *Wireless Transport Layer Security* (WTLS)

O protocolo da camada de segurança no WAP chama-se WTLS (*Wireless Transport Layer Security*). A camada WTLS opera sobre a camada de transporte (WDP), é modular e pode ser ou não ativada seguindo o nível de segurança requisitado pelo aplicativo final. A WTLS fornece às camadas superiores do WAP uma interface para um serviço de transporte seguro sem com isso interferir com o serviço de transporte abaixo. Fornece também uma interface para iniciar e terminar conexões seguras [WFWTLS].

O objetivo principal da camada WTLS é de fornecer garantia de privacidade, integridade dos dados e autenticidade entre dois aplicativos que se comunicam entre si. A camada WTLS é baseada no protocolo padronizado TLS (*Transport Layer Security*) e inclui novas funcionalidades tais como o suporte de serviço do tipo datagrama, o *handshake* otimizado e a atualização dinâmica das chaves de criptografia. O protocolo WTLS é otimizado para



redes com banda passante estreita e com tempo de resposta alto.

## 4.5 O *Wireless Transaction Protocol* (WTP)

O WTP é responsável pelo controle das mensagens transmitidas e recebidas, fornecendo uma comunicação fiável. O WTP pode operar em três modos ou classes de serviço de transação [WFWTP]:

- **Envio não confiável sem comunicação do resultado (*Unreliable one-way requests*)**  
As mensagens perdidas não são reenviadas. Este tipo de transação permite que as aplicações utilizando o WTP ocasionalmente enviem datagramas. Para um funcionamento permanente em modo datagrama, é aconselhado o uso do WDP.
- **Envio confiável sem comunicação do resultado (*Reliable one-way requests*)**  
O receptor manda um reconhecimento de recepção evitando o reenvio da mensagem.
- **Envio não confiável com comunicação do resultado (*Reliable two-way request-reply transactions; three-way communication*)**  
Após a recepção da mensagem, o receptor envia um resultado com reconhecimento de recepção implícito e o emissor confirma a recepção desse reconhecimento.

O WTP também foi adaptado às restrições da rede sem fio a partir da adoção de algumas funcionalidades que minimizam o uso da banda. Para tanto, o WTP tenta minimizar o número de envios e reenvios, por exemplo, concatenando as mensagens e retardando o envio de reconhecimento de recepção. O WTP pode ser também estendido com funções de segmentação e de reagrupamento, incluindo a retransmissão seletiva de segmentos perdidos.

## 4.6 O *Wireless Session Protocol* (WSP)

O WSP fornece à camada aplicativa do WAP uma interface coerente para dois tipos de serviços de sessão. O primeiro, em modo conectado, opera sobre a camada de transação (WTP). O segundo, em modo não-conectado, opera sobre algum serviço datagrama (WDP). Na prática, o WSP é uma versão binária do protocolo HTTP 1.1 com algumas funcionalidades adicionais, por exemplo [HTTP, WFWSP]:

- Aptidão a negociação;
- *Buffering* dos cabeçalhos;
- Sessão de longa duração de vida; e
- Tecnologia de *push*.

A função principal do WSP em modo conectado é a de fornecer uma sessão entre um cliente e o *gateway WAP*. A aptidão de negociação se faz necessária no estabelecimento de uma sessão e na interrupção de comunicação, por exemplo, durante uma mudança de rede. As sessões podem ter uma duração de vida bastante longa, podem ser suspensas e reativadas mais tarde evitando a desconexão por falta de comunicação (*timeout*).

## 4.7 O *Wireless Application Environment* (WAE)

O WAE é a camada de mais alto nível no WAP. É baseada numa combinação da WWW e das tecnologias de telefonia móvel celular. O objetivo principal do WAE é de fornecer um ambiente (ver Fig. 4.4) permitindo aos provedores de serviços e operadoras de desenvolver aplicativos e serviços funcionando numa grande variedade de plataformas sem fio [WFWAE].

O WAE inclui um ambiente de tipo *micro-browser* contendo as seguintes funcionalidades:

- O *Wireless Markup Language*

Uma linguagem similar à linguagem HTML, mas otimizada para o uso em terminais móveis [WFWML].

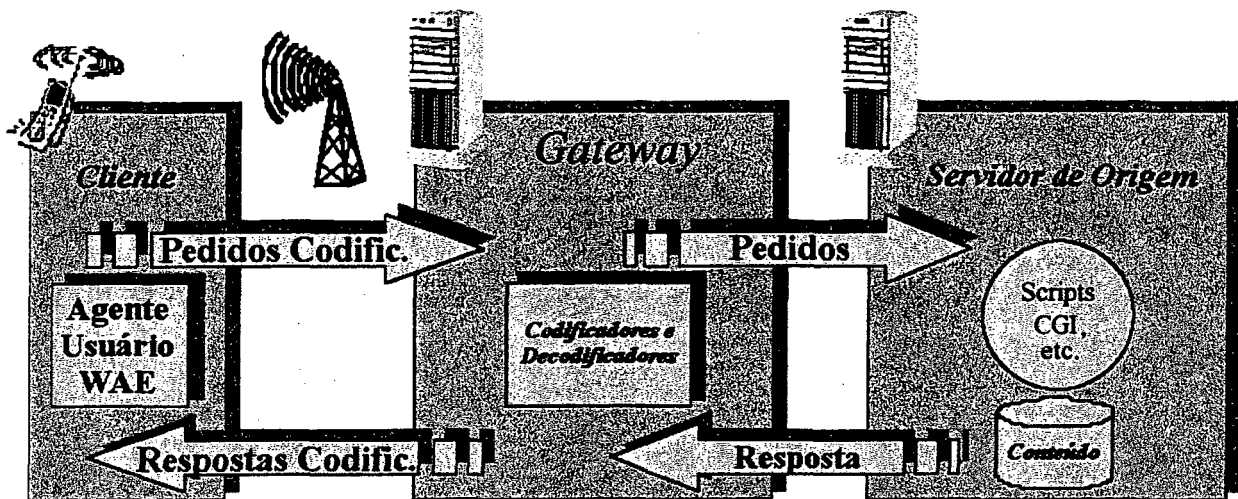


Figura 4.4: Contexto de Operação do *Wireless Application Environment* (WAE)

- **O WMLScript**

Uma linguagem de *scripts* similar à *JavaScript* [WFWMLS].

- **O Wireless Telephony Application**

Fornecer serviços de telefonia e interfaces de programação [WFWTA].

- **Formatos de conteúdo**

Compreende uma série de formatos de conteúdo bem definidos incluindo imagens, entradas de lista telefônica e informações de agenda.

Uma noção importante do WAE é a de *Agente Usuário* (*User Agent*). Esse termo designa todo software ou dispositivo interpretando o WML, WMLScript, WTAI ou qualquer outro recurso do WAE (ver Fig. 4.5) [WFWAE]. Esse agente pode ser, por exemplo, um navegador de texto, ou um motor de pesquisa.

O WAE prevê dois *agentes usuários* internos. São eles:

- O agente usuário WML; e
- O agente usuário WTA.

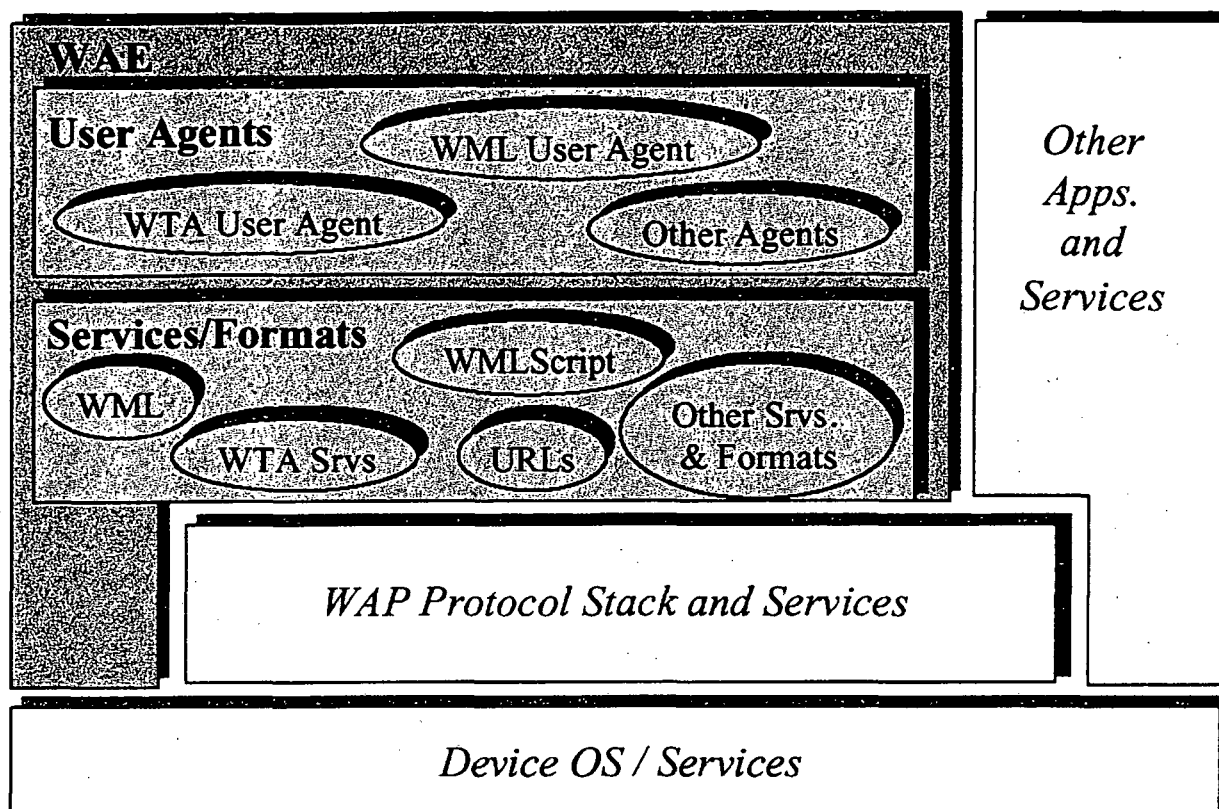


Figura 4.5: Componentes do *Wireless Application Environment* (WAE)

Em princípio, o WAE não pode supor que um navegador é o agente que supervisiona, tão pouco que esse navegador funcione em permanência. De fato, outras aplicações podem encontrar-se no dispositivo e, neste caso, o WAE não pode impedir que tal aplicação coexista ou se integre ao navegador. Eventualmente outras aplicações devem ser capazes de acessar sem restrições os diferentes serviços fornecidos pelo WAE.

#### 4.7.1 Endereçamento

O WAE utiliza o mesmo modelo de endereçamento que o utilizado pela Internet, ou seja os URLs (*Uniform Resource Locators*). Um URL identifica um recurso de maneira única no servidor.

A arquitetura do WAE é similar a dos servidores *proxy* da WWW [WFWAE]. O modo pelo qual um agente se conecta a um servidor por um *proxy* é muito similar ao de um terminal sem fio que acessa o servidor por meio do WAP Gateway. A maior parte das conexões entre o navegador e o *gateway* utilizam o WSP, sem se preocupar com o protocolo do servidor de destino. O URL identificando o conteúdo desejado especifica sempre o protocolo utilizado pelo servidor de destino qualquer que seja o protocolo utilizado pelo navegador para a conexão com o *gateway*.

Além dos URLs, o WAE utiliza também os URIs (*Uniform Resource Identifiers*). Um URI é utilizado para o endereçamento de bibliotecas de serviços. Estas podem residir no aparelho ou serem delegadas a um servidor. A adoção deste sistema foi introduzido pelo WTA para acessar às diferentes funções de suas bibliotecas. A vantagem desta solução é que ela permite aos programadores enviar ou receber dados sem sair do ambiente de navegação atual.

#### 4.7.2 O *Wireless Markup Language* (WML)

O WML é uma linguagem de navegação derivada do HTML e do HDML. É especificada como sendo um documento do tipo XML. O WML é baseado no princípio de *cards* e *decks* [WFWML]. Um *card* pode ser definido como sendo uma unidade de interação com o usuário. O documento agrupando um conjunto de *cards* é chamado de *deck*. Os *decks* são extraídos dos servidores apenas quando necessário para limitar o número de acessos. Um *deck* pode ser um documento estático ou um arquivo criado dinamicamente por um gerador de conteúdo funcionando no próprio servidor.

Afim de poder funcionar com uma grande variedade de máquinas, o WML não vem acompanhado de especificações sobre a interface homem-máquina (*Man-Machine Interface*, ou MMI). O WML contém informações, mas não especifica como esta deve apresentar-se. O agente usuário é quem decide a melhor forma de apresentar as informações em função das especificidades do terminal sobre o qual ele roda. A MMI não diz respeito apenas ao

*display*. A entrada de dados, por exemplo, pode variar de um dispositivo para o outro (teclado alfanumérico, teclado numérico, comando de voz, etc.) [WFWAE].

A independência da interface homem-máquina é uma característica chave do WML. Há também uma grande variedade de outras funcionalidades como, por exemplo:

- Suporte para textos e imagens;
- Suporte para entradas do usuário;
- Pilha de navegação e de histórico;
- Suporte internacional;
- Otimização para redes com banda estreita;
- Etc.

### 4.7.3 O *WMLScript*

A linguagem *WMLScript* é baseada na linguagem *ECMAScript* a qual, por sinal, é baseada na tecnologia *JavaScript*. Foi proposta com o intuito de levar em conta as limitações dos telefones móveis. A *WMLScript* pode ser utilizado junto ao WML para fornecer uma forma de inteligência aos serviços no lado cliente, adquirindo uma certa capacidade de agir de forma autônoma sem controle *server-side* - ou seja processos do lado servidor [ECMA 262, WFWMLS].

Uma das principais diferenças entre a *ECMAScript* e a *WMLScript* é que esta possui um bytecode definido e uma arquitetura de interpretador de referência. Inúmeras funcionalidades presentes na *ECMAScript* foram deixadas de lado para que o interpretador possa ser operado de forma mais rápida e eficiente [WFWMLS].

A *WMLScript* suporta várias categorias de operações básicas como assinatura, comparação, operações aritméticas e lógicas. Existem também bibliotecas definidas especificamente para o WAE que estendem as funcionalidades de base e fornecem possibilidades de extensão futura, de forma a evitar a modificação das especificações da *WMLScript*.

#### 4.7.4 O *Wireless Telephony Application* (WTA)

O WTA é constituído de uma série de extensões telefônicas que permitem disponibilizar os serviços avançados das redes móveis celulares. Associa funcionalidades e serviços de rede de dados aos serviços das redes de voz. Introduce mecanismos que garantem acesso seguro aos recursos importantes do dispositivo móvel além de permitir um tratamento em tempo real dos eventos importantes para o usuário durante a navegação. O WTA possui quatro objetivos principais [WFWTA]:

- Permitir aos usuários das redes fornecer serviços avançados de telefonia que sejam bem integrados e que possuam uma *interface usuário* coerente;
- Permitir também a criação de um conteúdo personalizado para aumentar a procura e a acessibilidade aos serviços;
- Permitir enfim de atingir uma gama mais larga de aparelhos graças às funcionalidades genéricas do WAE permitindo ao próprio usuário criar um conteúdo independente das características e ambientes específicos do aparelho;
- Permitir a criação de conteúdos independentes a partir do acesso às funcionalidades de base.

A maioria das funcionalidades do WTA são reservadas às operadoras das redes. Porém, um número limitado de funções de base do WTA são também acessíveis a qualquer usuário.

## 4.8 Comparação das pilhas WAP e Internet

Após o estudo das diferentes camadas da pilha do protocolo WAP estamos aptos a fazer uma comparação entre os protocolos WAP e os da Internet. Essa relação é ilustrada na Fig. 4.6 [HTTP, WFWAP].

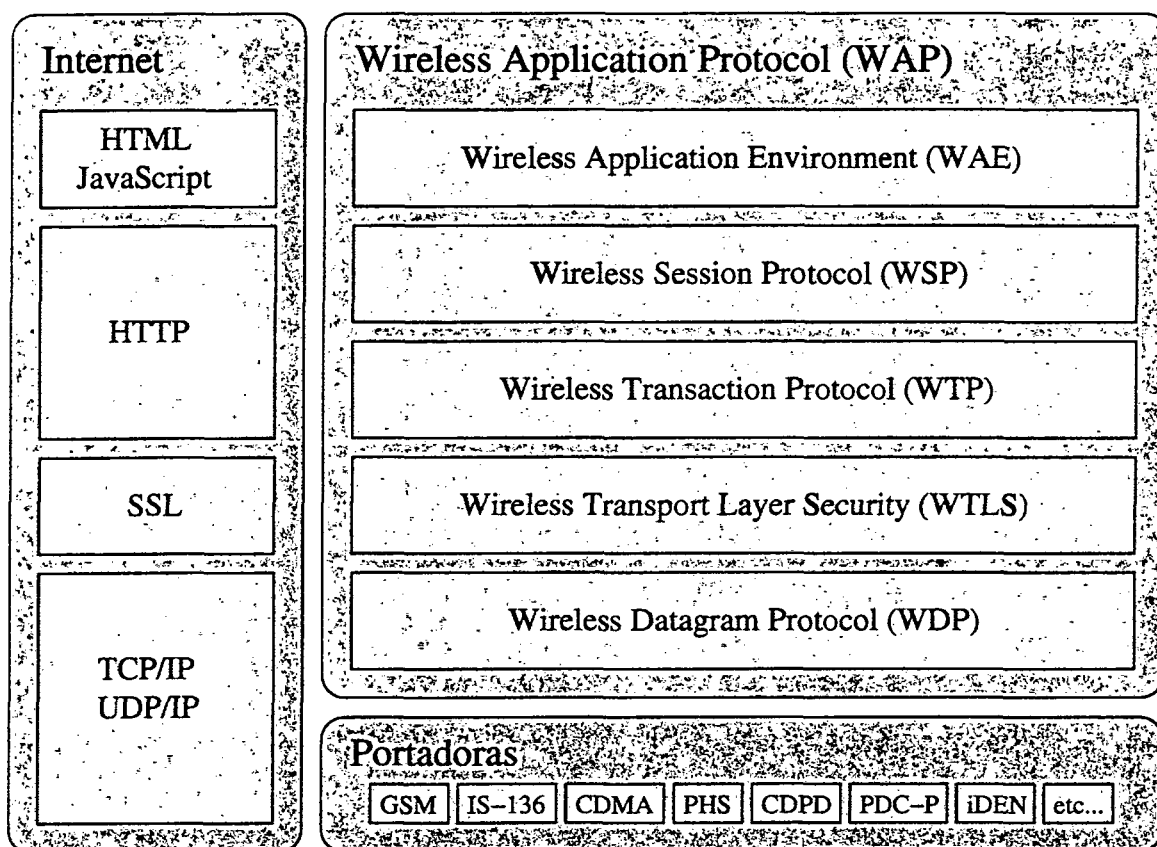


Figura 4.6: Relação entre os protocolos WAP e Internet

## 4.9 O gateway WAP

Em essência, o *gateway* WAP serve para conectar a rede sem fio à WWW, sendo um elemento-chave da arquitetura WAP. Ele possui as duas pilhas de protocolos: a pilha de protocolos WAP e a pilha de protocolos da Internet. A Fig. 4.7 ilustra a arquitetura típica



de um *gateway* WAP [WFWAP, Phone 00].

O *gateway* WAP utiliza a tecnologia *proxy* para fazer a conexão entre o domínio sem fios e o domínio WWW. Na versão básica, inclui as seguintes funcionalidades:

- **Um protocolo *gateway***

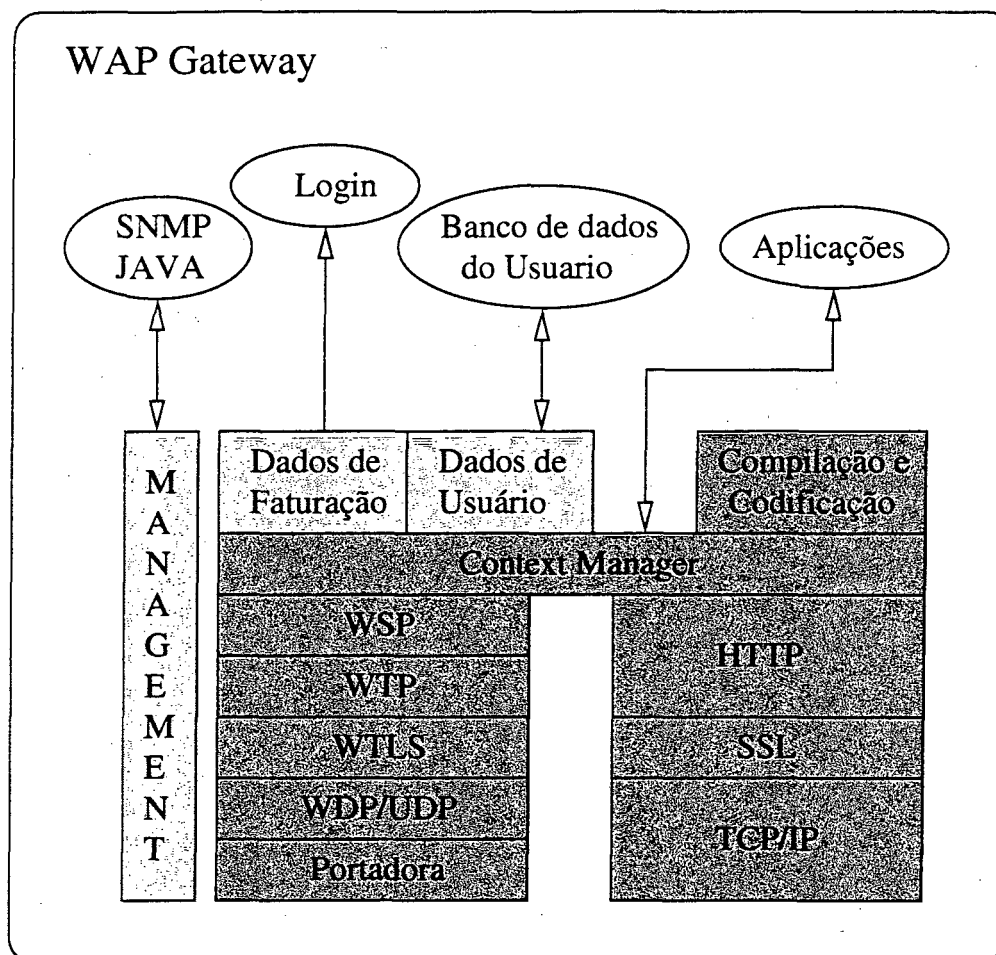
Traduz os pedidos da pilha WAP (pedidos do WSP, WTP, WTLS e/ou WDP) para a pilha Internet (protocolos clássicos HTTP, TCP/IP, etc.).

- **Codificadores e decodificadores de conteúdo**

Codifica os dados enviados para os telefones móveis para um formato compactado buscando minimizar o tráfego na rede sem fios.

O *gateway* WAP conecta-se à Internet através do protocolo TCP/IP e com o terminal WAP através do WDP sobre a portadora. O *gateway* WAP pode ser situado diretamente na operadora da rede móvel. Por exemplo, se o protocolo de roteamento utilizado no WAP é o IP, a camada de transporte utiliza o UDP sobre o IP. Essa estratégia traz uma grande flexibilidade de instalação do *gateway* WAP, pois precisa-se de apenas uma conexão com a Internet para obter uma conexão com os protocolos do WAP e da WWW.

Além dessas funções de base, o *gateway* WAP pode oferecer um certo número de serviços adicionais. Os exemplos a seguir são ilustrados na Fig. 4.7 para dar uma idéia geral da utilização típica do *gateway* WAP. Primerio, considera-se um usuário de telefone WAP fazendo um pedido de conteúdo utilizando um endereço URL específico. O navegador do telefone conecta-se ao *gateway* da operadora pelo WSP e envia um pedido do tipo *get* com este endereço URL. O *gateway* obtém o endereço IP do servidor *host* que é especificado pelo URL e inicia uma sessão HTTP com este *host*. O *gateway* envia então um pedido para receber o conteúdo requisitado. O servidor HTTP do *host* contactado trata o pedido e envia a resposta com o conteúdo requisitado. O *gateway* recebendo o conteúdo, codifica-o e retorna-o ao navegador do cliente. Um outro exemplo muito difundido é a tradução de páginas HTML em páginas WML respeitando as limitações inerentes às capacidades do WML.

Figura 4.7: Arquitetura típica de um *gateway WAP*

Após o estudo detalhado da arquitetura do protocolo WAP e das suas particularidades como protocolo de rede sem fio, vem a seguir a análise de funcionalidades características do WAP constituindo o ponto-chave da tecnologia desejada para este trabalho.

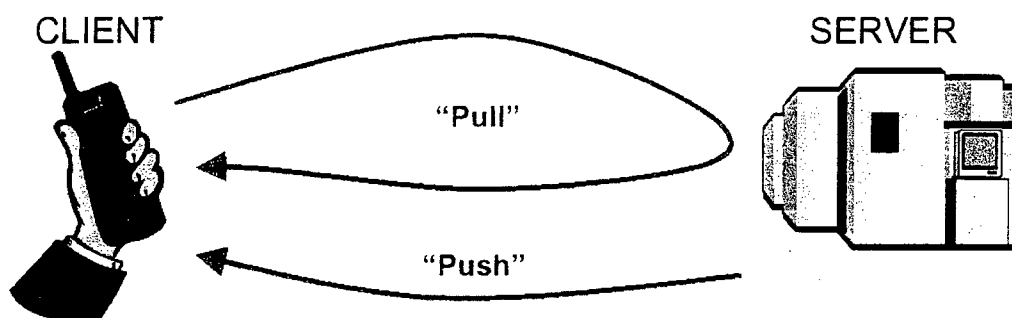
## Capítulo 5

# Descrição da Tecnologia *Push* do WAP

### 5.1 Introdução

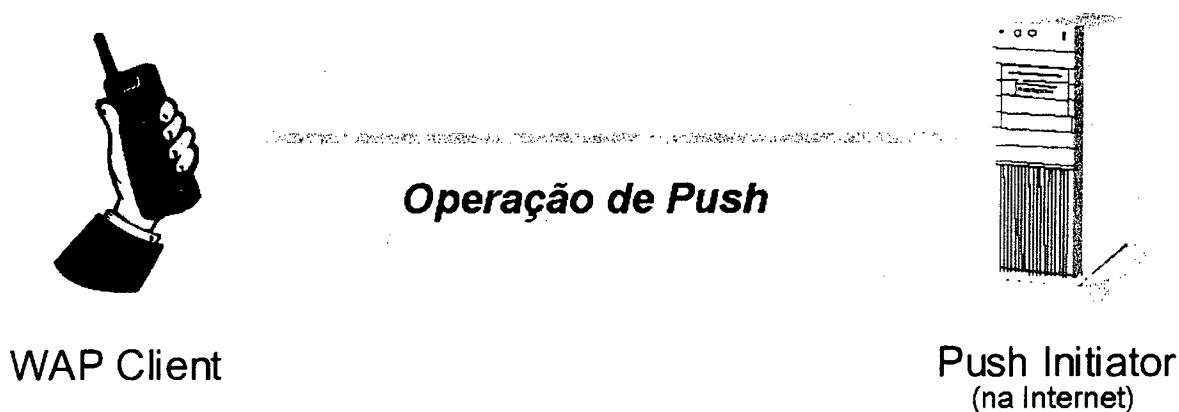
O mecanismo *push* do WAP apresenta os meios pelo qual o protocolo WAP transmite dados para um dispositivo sem o consentimento prévio do usuário. No modelo clássico *cliente/servidor*, um cliente solicita um serviço ou informação a um servidor o qual responde transmitindo a informação desejada para ao cliente. Este mecanismo é conhecido como tecnologia *pull* (“puxar” em inglês), pois o cliente “puxa” a informação do servidor até ele (ver Fig. 5.1). A *World Wide Web* é um exemplo clássico da tecnologia *pull* quando o usuário envia um pedido de URL ao servidor que responde enviando a pagina *Web* para o usuário [WFWAP].

A tecnologia *push* (do inglês, empurrar) é também baseada no modelo *cliente/servidor*, mas permite ao servidor enviar um conteúdo sem que o cliente envie um pedido. Podemos resumir dizendo que na tecnologia *pull*, a transação é iniciada pelo cliente enquanto na tecnologia *push* ela é iniciada pelo servidor.

Figura 5.1: Tecnologias *Push* e *Pull*

## 5.2 O Mecanismo *Push* do Protocolo WAP

Uma operação *push* acontece quando um PI (*Push Initiator*) transmite um conteúdo ao cliente utilizando o protocolo *Push* OTA (*Over-The-Air*) ou o *Push Access Protocol*. A Fig. 5.2 ilustra uma simples utilização deste mecanismo.

Figura 5.2: Operação de *Push*

O *Push Initiator* não compartilha nenhum protocolo com o cliente WAP [PushOTA, PushPAP]. O primeiro encontra-se na Internet e segundo no domínio WAP. Portanto, o PI não tem como atingir diretamente o cliente, precisa de um intermediário, um *gateway* de "tradução" denominado *Push Proxy Gateway*. Quando o PI chama o PPG (*Push Proxy*

*Gateway*) do domínio Internet, transfere o conteúdo *push* para o domínio WAP através dos protocolos da Internet. O PPG faz então o necessário para encaminhar o conteúdo *push* dentro do domínio WAP, transmitindo-o “pelo ar” na rede móvel até o cliente de destino [PushPPG].

Além de fornecer os serviços de *gateway proxy*, o PPG também pode notificar o PI do êxito ou do fracasso da operação de *push*, e ser configurado para esperar a aceitação ou rejeição do conteúdo pelo cliente. Pode ainda prover recursos de checagem ao PI, deixando a este último a tarefa de adequar o conteúdo em função das particularidades do cliente. Por exemplo, solicitar ao cliente informações a respeito de suas preferências e capacidades de processamento e armazenamento a fim de fornecer uma formatação de melhor qualidade.

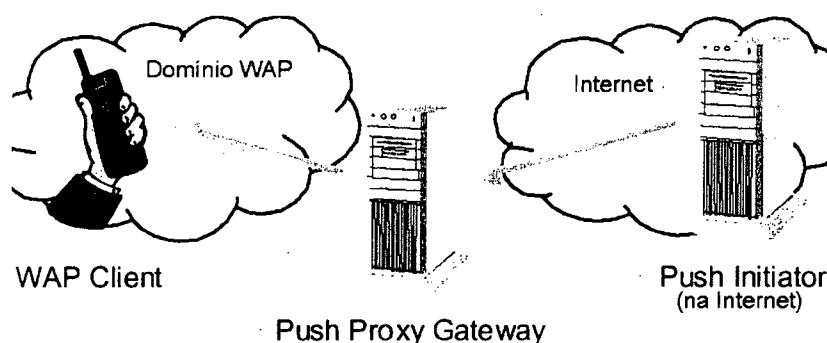


Figura 5.3: Detalhe de operação *push*

O protocolo de acesso ao PPG no domínio Internet é chamado de *Push Access Protocol* (ver Fig. 5.3). No domínio WAP, por sua vez, é chamado de *Push Over-The-Air Protocol*. O *Push Access Protocol* utiliza mensagens no formato XML podendo trafegar por protocolos habituais da Internet tais como o HTTP. O protocolo OTA é baseado em serviços WSP.

### 5.2.1 O *Push Proxy Gateway*

O PPG (*Push Proxy Gateway*) é a entidade que faz a maior parte das tarefas numa operação de *push*. Ele é o ponto de acesso para os conteúdos *push* da Internet e, portanto, também cuida de assuntos ligados, por exemplo, à autenticação, à segurança e ao controle do cliente [PushPPG].

Sendo o PPG o ponto de entrada na rede sem fio (ver Fig. 5.4), o proprietário do *gateway*<sup>1</sup> decide quem tem acesso, quando e em que condições o acesso pode ocorrer. Com este propósito, o PPG vem acompanhado de alguns serviços básicos que incluem a autenticação e a identificação do PI (*Push Initiator*), o controle de acesso, a análise e detecção de erro nas informações de controle de conteúdo, codificação binária e compilação de alguns tipos de conteúdo para melhorar a eficiência OTA.

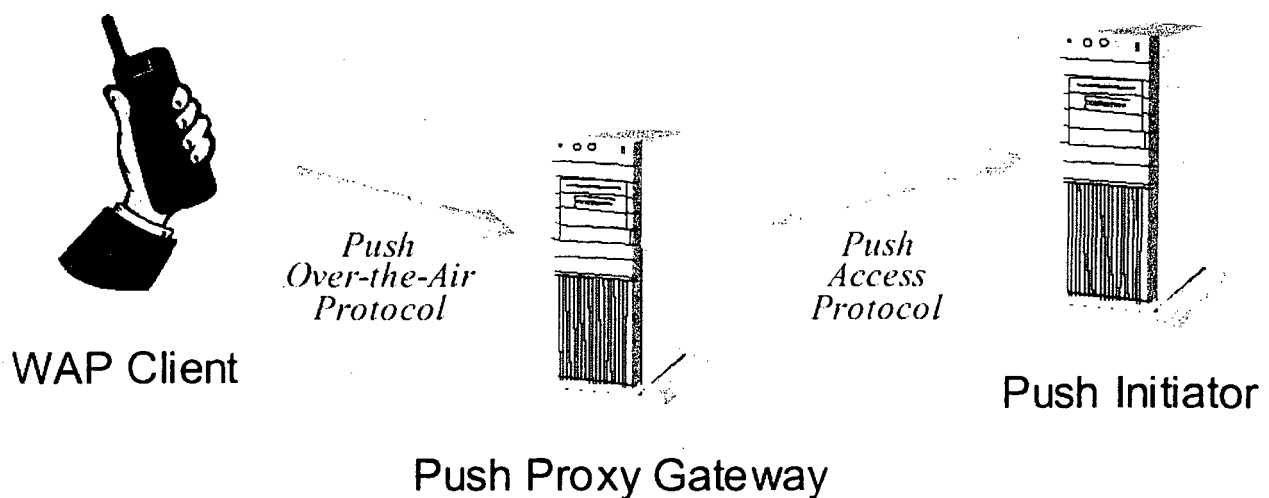


Figura 5.4: Papel do *Push Proxy Gateway*

<sup>1</sup>A funcionalidade *push* pode ser implantada num *gateway GAP* comum (tecnologia *pull*)

### 5.2.2 O Protocolo *Push Access*

É o protocolo utilizado pelo PI (*Push Initiator*) situado na Internet para encaminhar um conteúdo *push* até um dispositivo móvel, enviando-o para o PPG (*Push Proxy Gateway*) do dispositivo. Além disso, cuidados especiais foram tomados para que este protocolo possa fluir através de qualquer protocolo da Internet, atual ou futuro, apesar do HTTP ter sido inicialmente escolhido como padrão [PushPAP].

As operações que são suportadas pelo PAP (*Push Access Protocol*) são [PushPAP]:

- Submissão de *push* (do Iniciador ao PPG);
- Notificação de resultado (do PPG ao Iniciador);
- Cancelamento de *push* (do Iniciador ao PPG);
- Pedido de status (do Iniciador ao PPG); e
- Características dos clientes (do Iniciador ao PPG).

### 5.2.3 O Protocolo *Push Over-The-Air*

Um vez que o PPG analisou e aceitou o pedido de *push* para um determinado cliente de destino, ele tenta localizá-lo utilizando o protocolo *Push Over-The-Air*. O protocolo *Push Over-The-Air* é uma pequena camada operando sobre o WSP. Ele pode utilizar sessões WSP para encaminhar o seu conteúdo ao cliente WAP. Este tipo de *push* orientado à conexão requer a disponibilidade de uma sessão WSP ativa, mas que não pode ser criada pelo servidor [PushOTA, WFWSP].

Para resolver esta situação, o *Push Framework* introduziu o *Session Initiation Application* no lado cliente. Este responde aos pedidos de criação de sessão WSP dos servidores OTA para finalidade de *push*. O cliente pode ainda verificar a identidade do servidor numa

lista de servidores OTA autorizados antes do estabelecimento da sessão WSP.

Quando o *Session Initiation Application* (SIA) no lado cliente recebe um pedido de sessão (ver Fig. 5.5), ele estabelece uma sessão WSP com o PPG e especifica as aplicações que aceitam o conteúdo *push* a ser transmitido na nova sessão. Ele também pode recusar o pedido de sessão se não tiver nenhuma aplicação no dispositivo para aceitar o conteúdo *push*<sup>2</sup> [SI].

O protocolo *Over-The-Air* pode ainda operar no modo sem conexão (*connectionless push*). Neste caso, existem duas portas, uma segura e uma insegura para aceitarem conteúdos *push* e encaminhá-los para o *agente usuário* apropriado. Qualquer operação *push* deste tipo utiliza uma dessas duas portas.

#### 5.2.4 Tipos de conteúdo *push*

Um serviço WML pode enviar notificações contendo uma ou várias das seguintes entidades [Phone 00]:

- **Alerta**

Comando que solicita ao dispositivo a produção de um “bip” sonoro ou sinal visual para avisar o usuário que uma nova informação encontra-se disponível. É o conteúdo de notificação mais freqüente. Um sinal de alerta geralmente inclui uma mensagem curta (ou título) e uma URL.

- **Operação de cache**

Comando que retira informações do cache.

- **Deck**

Um conjunto de cards.

- **Imagem**

Mensagem visual tornando a interface usuário mais ergonômica e agradável.

---

<sup>2</sup>O cliente também pode estabelecer uma sessão “coringa” que aceita qualquer aplicação



- **Combinado**

Mensagem combinada contendo pelo menos um deck WML e um número (eventualmente nenhuma) de entidades de conteúdo de qualquer tipo.

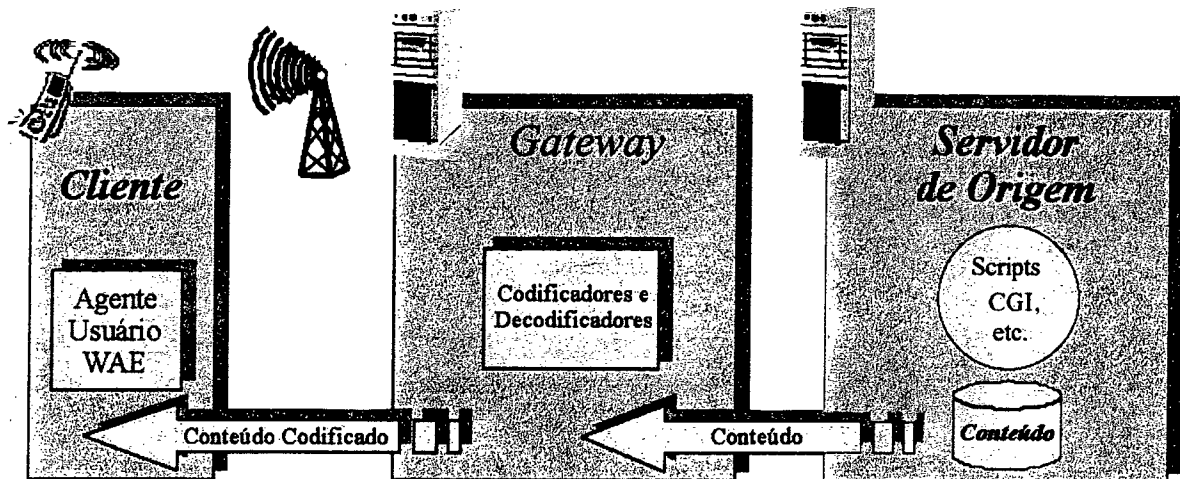


Figura 5.5: Arquitetura lógica do protocolo *Push*

## Parte III

# Análise e Aplicação Prática do Paradígma *Push*

# Capítulo 6

## Das Consultas na WWW ao *Push*

### 6.1 Introdução

Os capítulos anteriores detalharam as camadas do protocolo WAP e o *framework* especificado na versão 1.2 permitindo o *push* de informações no telefone celular.

Até pouco tempo, o conteúdo de um documento podia ser trazido ao equipamento portátil apenas através de um pedido explícito do usuário. Em outras palavras, embora o conteúdo estivesse presente na rede, o usuário precisava interagir com o software associado ao documento para visualizá-lo<sup>1</sup>. Porém, para algumas aplicações concretas do cotidiano, percebe-se que existem muitas informações úteis as quais o usuário não vê porque não sabe quando estarão disponíveis. Neste tipo de situação, seria melhor que a informação pudesse fluir diretamente até o equipamento do usuário: de forma periódica ou condicional, não importa, mas sempre enquanto ainda estiver útil. Exemplos de possíveis situações deste tipo são a chegada de novos e-mails, informações sobre a bolsa de valores ou ainda quando um gol for marcado durante uma partida de futebol [Homer 00].

---

Nestas situações, o *framework push* definido no capítulo anterior torna-se útil para

<sup>1</sup>Existem casos, por exemplo quando o conteúdo estiver executado no cliente, onde é possível escrever conteúdo programado para involuntariamente fazer pedidos para mais conteúdo. O cliente também pode estabelecer uma sessão “coringa” que aceita qualquer aplicação

fornecer estas informações de forma assíncrona, sem pedido explícito. Neste capítulo, é analisado sob a ótica das aplicações.

## 6.2 Discussão sobre o *Push* na Internet

Na comparação entre a Internet e o protocolo WAP apresentado nos capítulos anteriores, mencionamos que o protocolo WAP trouxe os conceitos da Internet para o ambiente dos dispositivos móveis. Entretanto, é importante notar que o *push* não possui parentesco com a Internet. É um conceito que nasceu com o próprio WAP [Homer 00, Mann 00].

Mesmo assim, já faz algum tempo que outro conceito de *push* é utilizado em computadores pessoais ligados à Internet. Seria mais correto afirmar que a maioria dos modelos de *push* são na realidade versões inteligentes dos modelos clássicos de *pull*, pois é o cliente que inicia e mantém uma conexão com o servidor, ou o questiona periodicamente [Homer 00]. Além disso, embora tenham sido definidos para Internet/Intranet, utilizam tecnologias proprietárias de diversas companhias, como Microsoft, Netscape, Marimba ou PointCast entre outras [Homer 00]. Apesar de parecer que o conteúdo foi posto no lado cliente, são apenas servidores comuns questionados por clientes sofisticados. Esse tipo de tecnologia é chamada de *smart pull*. Um exemplo é o popular *Active Desktop* da Microsoft que permite embutir na área de trabalho janelas onde periodicamente são publicadas informações sobre assuntos do interesse do usuário. O usuário simplesmente escolhe no provedor de informações quais são os assuntos sobre os quais ele quer receber notícias. O resultado é a simulação de um “canal” privilegiado com o qual o provedor põe informações na área de trabalho do usuário, avisando-o de acontecimentos de última hora.

O forte investimento na tecnologia *push* não fez com que o uso de agentes *push* se tornassem tão populares quanto a Web clássica. Esse fato, em princípio, paradoxal tem suas explicações. Primeiro, houve uma falta de padronização. Não foram definidos ou desenvolvidos protocolos para troca de informação *push* entre servidores e aplicativos clientes.

Isso traz uma dificuldade importante para clientes e servidores de companhias diferentes que precisam se comunicar entre si. Por outro lado, os provedores de conteúdo *push* não deveriam depender de uma só plataforma, pois não sabem qual delas vai dominar o mercado ou desaparecer. De maneira semelhante, o usuário não deseja depender de apenas um provedor de informações porque resolveu usar o cliente de apenas um vendedor, nem deseja usar vários tipos de clientes *push* para receber informações de vários provedores.

A padronização é o elemento que deixa a competição saudável e faz com que novas tecnologias conquistem usuários. Isto foi verificado, por exemplo, no caso da tecnologia GSM que conquistou o mercado de vários países apesar de existirem tecnologias que utilizavam o espectro de frequências de maneira mais eficiente [Homer 00].

Ferramentas já existentes também concorrem com os novos modelos *push*. Por exemplo, o e-mail que na sua versão HTML permite que o usuário receba conteúdo no formato padrão da Web. É necessário que o usuário esteja próximo do seu computador e que este esteja ligado à Internet para poder receber os alertas. Neste caso, não vale a pena complicar o espaço de trabalho do usuário adicionando outros aplicativos uma vez que ele já está monitorando regularmente a sua caixa de entrada. Os modelos *push* falharam ao não oferecer mais funcionalidades do que ferramentas clássicas como o e-mail.

Um outro motivo é que as primeiras implementações *push* também consumiam uma banda passante elevada. Isso não agradou provedores de serviço e levou usuários corporativos a boicotá-los. Os modelos não eram otimizados nem sofisticados além de mobilizar volumes de dados desnecessários.

### 6.3 As Falhas nos Serviços de Dados sem Fio

Os serviços *push* sem fio, como foi visto no capítulo 2, já existiam também nas redes de telefones celulares digitais utilizando mecanismos de *Short Message Service* ou de *Cell*-

*Broadcast.* Neste tipo de abordagem, quando o usuário recebe uma notificação de recepção de mensagens vocal na caixa postal, ele ainda deve digitar o número que lhe dá acesso à caixa postal para ouvir o recado. Não existe um mecanismo interativo que lhe oferece um menu de opções assim na chegada da notificação [Homer 00].

Um outro exemplo é o do corretor de investimentos online que fornece ao usuário a possibilidade de receber avisos de mensagens curtas pelo celular assim que uma ação ultrapassou de um certo valor mínimo ou máximo. Ao receber a informação, o usuário pode decidir vender ou comprar tal título e, portanto, terá que separadamente comunicar a decisão ao seu corretor. Por outro lado, usando o protocolo WAP, esta transação poderia estar associada à própria notificação a partir de um menu de opções associado ao site do seu corretor.

## 6.4 Motivação para um Modelo de *Push* no WAP

Ao contrário da Internet, o modelo de *push* do WAP foi bem definido nas especificações do WAP 1.2 para permitir implantações de *push* padronizadas e independentes de fabricantes. Além disso, houve desde o início a vontade e a necessidade de criar aplicativos *push* realmente funcionais e que exploram todas as possibilidades da comunicação móvel [WFWAP]. De fato, o conteúdo WAP é dirigido para equipamentos que as pessoas geralmente levam com elas, ao contrário da Internet onde as pessoas podem ficar ausentes por períodos prolongados. Desta forma, o modelo de *push* padronizado do WAP terá mais chances de êxito do que seu equivalente na Internet. A ausência de rivalidade entre tecnologias prestando serviços similares é um outro fator também importante. Ao contrário do que aconteceu na Internet onde, por exemplo, e-mail e *push* concorrem ao mesmo nicho de aplicações<sup>2</sup>.

Numa análise das possibilidades de interação entre o usuário e a informação a ele trazida revela que apesar do conteúdo ser muito mais básico em termos de interface gráfica quando

---

<sup>2</sup>De fato, o modelo *push* do WAP especifica funcionalidades para alertar o usuário quando ele recebeu um e-mail.

comparada aos micro-computadores ligados à Internet, o WAP oferece tudo que for preciso para comunicação eficiente e intuitiva. Com a ajuda de ferramentas de criação dinâmica semelhantes às disponíveis na Internet, o usuário recebe informações objetivas e opções variadas relacionadas diretamente com o assunto. As possibilidades são inúmeras e, desta vez, não dependem da capacidade de processamento e armazenamento do terminal WAP. São aplicativos do tipo server-side rodando nas máquinas do provedor de conteúdo que trazem menus que mudam em função do contexto. Neste aspecto, encontramos a mesma variedade de ferramentas da Web. Muitas vezes, um site de conteúdo WAP é apenas uma versão espelho do site Web. As modificações consistem apenas de simplificações de conteúdo para deixá-lo leve e succinto para o equipamento móvel.

Enfim, os serviços de *push* do WAP oferecem uma vantagem clara sobre o seu homólogo na Internet, ou seja a possibilidade de trazer conteúdo local ou regional, característica própria as redes sem fios. O fato de poder localizar o usuário oferece uma oportunidade de prover conteúdo e informação local, lugares turísticos e endereços de hotéis. Estas podem ser postas no celular do usuário onde quer que ele esteja sendo que isto é claramente impossível na Internet.

## 6.5 Utilização do SMS para o WAP

No parágrafo 4.3.1 foi explicado que o SMS é um portador potencial do protocolo WAP. Entretanto, é importante notar a diferença entre dois conceitos parecidos. De um lado, temos os serviços SMS ou *Cell-Broadcast* que já estão sendo amplamente utilizados para divulgar mensagens de textos do tipo pager aos usuários. Do outro lado, há os serviços baseados no WAP que utilizam o SMS ou o *Cell-Broadcast* como portador de sinal para transmitir pacotes WAP através da rede sem fio. Neste caso, o SMS ou *Cell-Broadcast* comportam-se como portador WAP viável, pois não apenas permitem o uso das redes existentes com pouca modificação da infra-estrutura como também permite o comportamento interativo que caracteriza o *push* baseado no WAP [WFWDP].

## Capítulo 7

# Desenvolvimento de uma Plataforma de Difusão de Mensagens

### 7.1 Introdução

Para a avaliação prática do modelo de *push* do WAP, desenvolveu-se um sistema oferecendo serviços de difusão de mensagens utilizando o protocolo WAP disponibilizado pelas operadoras de telefonia celular. O objetivo é estender os atuais serviços de difusão com a ergonomia e a interatividade desejadas pelo usuário.

O presente trabalho realizou-se em duas etapas: na primeira, em colaboração com a empresa OnLine Diffusion Redes de Telecomunicações Ltda. que desenvolve serviços comerciais nesta área, desenvolveu-se um sistema de serviços de difusão baseado no protocolo SMS. Nele, uma aplicação pode enviar mensagens a usuários da telefonia móvel celular. As mensagens dizem respeito a assuntos escolhidos pelo próprio usuário ou pelo provedor da informação sendo que essas escolhas ou preferências podem ser configuradas diretamente pela Internet. Na segunda etapa, foram realizadas modificações na plataforma SMS para trazer os benefícios do WAP e das funcionalidades de *push* em particular.

A justificativa desta metodologia é a procura de uma melhor adequação entre a plataforma desenvolvida e as necessidades do usuário final. A experiência de mercado trazida pela



empresa parceira é de grande importância para identificar as características a serem fornecidas pelos aplicativos. A primeira etapa permitiu focalizar a interface usuário e as funcionalidades de manuseio do sistema com base nas informações recebidas da empresa-parceira. A segunda etapa tratou apenas da realização do módulo de envio para usuários que possuem um terminal WAP e também das melhorias trazidas por esta extensão ao sistema.

## 7.2 Ambientes e Ferramentas para o Desenvolvimento

### 7.2.1 Ferramentas e Ambientes para a Parte Interna do Sistema

#### Ambientes

Escolheu-se o Linux como sistema operacional de desenvolvimento do sistema de difusão e de implantação dos módulos de entrada de dados, tratamento de mensagens e da interface usuário por ser de código aberto e multitarefa. Outras razões também pesaram nesta escolha, entre elas estão:

- Robustez e bom desempenho
- Segurança e capacidade de criptografia para proteção contra intrusos externos, roubo de dados, ataques de malfeitores visando derrubar o bom funcionamento do sistema, etc.
- Gratuidade: o Linux está disponível na forma de código objeto, bem como em código fonte e pode ser livremente distribuído nos termos da GNU *General Public License* (<http://www.gnu.org/>).
- Larga difusão nas empresas hospedando os serviços a ser acessados pela Internet.

Um sistema de agendamento é necessário para programar o envio de mensagens futuras. Apesar de todas as funcionalidades necessárias para a implantação de tal sistema já estarem presentes no Linux, escolheu-se o ambiente Windows NT para as funções de relógio e envio das mensagens pelo fato das bibliotecas disponíveis para o envio de mensagens por SMS

terem sido desenvolvidas para este ambiente. As ferramentas disponíveis para o envio de notificações *push* via WAP estão disponíveis para os dois ambientes, mas para uma homogeneização resolveu-se utilizar as bibliotecas para o Windows NT.

Resumindo-se, pode-se dizer que a parte de gerenciamento de banco de dados e de interface foi desenvolvida no Linux e hospedado numa empresa comercial que garante um acesso rápido e permanente via Internet. A parte de envio propriamente dita será deixada aos cuidados do ambiente Windows NT, sendo que os dois ambientes comunicam-se entre si através do protocolo HTTP.

### **Gerenciador de Banco de Dados**

Após uma análise das opções disponíveis no mercado, resolveu-se que o gerenciador de banco de dados mais adequado para este tipo de aplicativo é o MySQL. Este banco, desenvolvido pela T.c.X. DataKonsultAB GmbH (<http://www.mysql.com/>), é um servidor de banco de dados SQL<sup>1</sup>cliente-servidor, multitarefa, multiusuário. As suas características são velocidade, robustez e facilidade de uso. É um gerenciador voluntariamente simples que não possui muitas das funções sofisticadas presentes em outros sistemas. Em compensação é mais rápido do que a maioria dos sistemas disponíveis comercialmente.

A gratuidade, facilidade de uso, a popularidade no mercado e o excelente desempenho foram outros critérios determinantes nesta escolha.

### **Linguagem de programação**

Um dos requisitos do nosso sistema é fornecer ao usuário o acesso permanente ao seu cadastro, suas preferências, seus gostos, etc. Por isso a necessidade de implantar uma interface com acesso pela Internet.

---

<sup>1</sup>SQL é uma linguagem padronizada de descrição e manipulação de banco de dados muito popular.

Existem várias alternativas para realizar este tipo de sistema utilizando linguagens de script para montar dinamicamente páginas HTML e acessar o banco de dados. Entre diversas linguagens de script disponíveis, escolheu-se a linguagem PHP pois é particularmente adequada para a comunicação com o gerenciador MySQL.

A linguagem PHP (<http://www.php.net/>) é instalada no próprio servidor (*server-side*). É necessário instalar um interpretador para gerar as páginas HTML a partir do código PHP nelas encapsulado. O servidor de páginas HTML é configurado de maneira a encaminhar ao interpretador PHP as instruções destinadas a ele antes de enviar para o cliente a página HTML que foi solicitada<sup>2</sup>.

É uma ferramenta gratuita e permite ainda a manipulação de vários outros tipos de banco de dados como mSQL, Oracle, PostgreSQL, Interbase, etc.

## 7.2.2 Ferramentas de Desenvolvimento Específicas para o WAP

### Opções Disponíveis no Mercado

Para desenvolver um aplicativo que ponha em prática os princípios expostos neste trabalho, é preciso um ambiente adequado tanto para escrever o código quanto para testar o bom funcionamento do aplicativo<sup>3</sup>. Entre os produtos disponíveis no mercado, encontram-se por exemplo, os kits de desenvolvimento da Nokia (*Nokia WAP Toolkit*), da Phone.com (*UP.SDK*), da Ericsson (*WapIDE*) e da Motorola (*MADK*). Há ainda vários aplicativos de menor porte como, por exemplo, o *Microsoft Mobile Explorer Emulator*, o *DotWAP* e o *WAPTor*. Porém, apesar destes últimos servirem para os casos de desenvolvimento de

---

<sup>2</sup>O servidor de páginas HTML utilizado é o Apache. É uma referência na área pelo seu desempenho e disponibilização a partir do Linux, e além disso é de uso gratuito.

<sup>3</sup>Não existe operadora de telefonia prestando serviços WAP na época e no local de desenvolvimento deste trabalho. Portanto é necessário o uso de simuladores para testar o bom funcionamento dos serviços desenvolvidos, sendo que deve ser verificada a qualidade do simulador para reproduzir o comportamento de terminais WAP.

conteúdo estático e dinâmico, eles não suportam o desenvolvimento de funcionalidades de *push*. Por isso, foram deixados de lado neste trabalho.

Após a análise das especificações presentes nos documentos fornecidos pelos fabricantes e alguns testes, percebeu-se rapidamente que a maioria dos softwares disponíveis são apenas browsers WAP sem comunicação com gateway, ou seja são apenas interpretadores de WML. Alguns até têm uma interface de desenvolvimento refinada, mas poucos têm recursos de *push*, facilidades de debugging, codificadores de WML e WMLScript e comunicação com um *gateway* WAP.

De todos os softwares oferecidos, dois foram selecionados pela qualidade e pela importância de cada um no mercado da telefonia celular, são eles: o *Nokia WAP Toolkit* da Nokia e o UP.SDK (*Unwired Planet Software Developer's Kit*) da Phone.com. A Nokia, um dos maiores atores globais no mercado de telefones celulares, está na origem do WAP (ver parágrafo 2.4) e investiu fortemente no desenvolvimento de ferramentas de comunicação para os seus telefones e para o desenvolvimento de serviços terceirizados às suas plataformas.

A Phone.com - antigamente Unwired Planet e atualmente em processo de fusão com a Software.com para formar a Openwave - apostou muito cedo nas tecnologias sem fio. Desenvolveu ferramentas e até seus próprios protocolos para periféricos portáteis. Tornou-se uma referência no mundo WAP. Por exemplo, o *UP.Browser* é muito utilizado para testes e desenvolvimento não apenas pelo seu comportamento fiel às especificações WAP, mas também porque foi implantado em mais de 80 tipos de aparelhos presentes no mercado (<http://www.phone.com/products/index.html>).

### O Kit de Desenvolvimento da Nokia

O *Nokia Wap Toolkit* oferece um ambiente apropriado para o desenvolvimento de conteúdo ou de serviços WAP([http://www.forum.nokia.com/wap\\_developer/index.html](http://www.forum.nokia.com/wap_developer/index.html)). Contém codificadores de WML e WMLScript, simuladores de telefones WAP para visualizar os resulta-

dos assim como um aplicativo de suporte para debugging. O *Nokia Wap Toolkit* simula um telefone celular WAP genérico chamado de agente usuário. Um agente usuário WAP é igual a um navegador de páginas WML com a distinção que no ambiente WAP o pedido de URL é realizado através a rede celular convencional e não diretamente na Web. O agente usuário WAP envia um pedido de URL para um servidor de páginas WML via um *gateway* WAP. O servidor recebe o pedido e envia o conteúdo que será codificado para a forma binária no gateway até chegar no telefone do usuário.

Apesar do seu bom desempenho e da sua excelente estrutura interna, o *Nokia WAP Toolkit* não foi escolhido para este trabalho pelo fato de não fornecer um *gateway push*<sup>4</sup> funcional. De fato, não existe nenhum *gateway WAP* oferecendo funcionalidades de *push* disponibilizado pela Nokia para poder testar os aplicativos em modo funcional e não apenas uma visualização local<sup>5</sup>.

Entretanto, existe uma alternativa comercial para contornar este problema: o *Nokia Activ Server*. O *Nokia Activ Server 2.0 Professional Edition*, *Activ ID*, *Activ Office* and *Activ Alert* são os nomes dos produtos atualmente disponíveis para uso gratuito por um período de trinta dias. Além deste período, é cobrado entre US\$ 3.000,00 e US\$ 6.000,00 pelo uso deste produto. Além do custo, esta alternativa necessita da posse de um endereço IP fixo para a instalação do gateway, e a parte do produto implantando as funções de *push* ainda está na fase beta. Essas características não argumentaram a favor da Nokia e resolveu-se examinar o outro produto líder do mercado: o UP.SDK.

## O Kit de Desenvolvimento da Phone.com

No caso da *Phone.com*, a estratégia da empresa é de permitir o acesso facilitado aos recursos que são destinados aos desenvolvedores. O *Unwired Planet Software Developer's Kit* é de

---

<sup>4</sup>Não tinha nenhum *gateway* disponível na época do desenvolvimento do sistema.

<sup>5</sup>Existe o *WAP Server Simulator*, que acompanha o *Toolkit*, mas este apenas permite uma simulação em rede local, fugindo portanto das condições reais de utilização na prática.

uso gratuito e a Phone.com disponibiliza um *gateway* funcional para testes. A versão comercial é chamada *UP.Link Server* e é idêntica ao *gateway* disponibilizado para testes. Essa estratégia embute uma grande vantagem na hora de desenvolver um produto, pois a versão definitiva terá um comportamento idêntico a versão de testes. A implantação também é simples. Após a instalação do *gateway*, a única mudança necessária para deixar o serviço operacional é a troca do endereço do *gateway* de teste pelo novo.

Uma outra vantagem comparativa do sistema UP.SDK da Phone.com é o fato de que o *gateway* da Nokia suporta apenas o padrão GSM, largamente utilizado na Europa, mas de pouca difusão nas outras partes do mundo<sup>6</sup>. Ao contrário, o kit da Phone.com suporta um grande número de padrões: CDPD, GSM, iDEN, PDC, PHS e inclusive o TDMA e o CDMA, padrões atualmente suportados pelas operadoras de telefonia celular de banda A e B no Brasil.

Há muitas operadoras e terminais WAP que utilizam o *UP.Browser* para acessar os serviços WAP. Por exemplo, a operadora de telefonia celular da banda B em Santa Catarina é uma delas. Isto significa que os aplicativos desenvolvidos neste trabalho já estão prontos para serem utilizados nos terminais WAP. Constata-se que apesar do WAP ser um protocolo padronizado, a falta de serviços já implantados<sup>7</sup> levou fornecedores de micro-browsers a incluir algumas funções proprietárias. É o caso também da Phone.com. Entretanto, a última versão<sup>8</sup> do *UP.Browser* é idêntico ao *UP.Browser* comercial que é vendido para as operadoras e construtores de telefones. Isto garante um funcionamento idêntico ao observado nos testes em laboratório.

Apesar do potencial da tecnologia *push* levar à criação de inúmeros novos serviços, a

---

<sup>6</sup>Esta situação deve mudar nos próximos meses com a liberação de uso das bandas C, D e E, que devem seguir o padrão GSM: apesar do futuro incerto da licitação da banda C, o leilão da banda D foi considerado um sucesso pelo fato de operadoras atuando a nível globalizado terem vencido.

<sup>7</sup>Os terminais do mercado estão apenas na versão WAP 1.1. A versão WAP 1.2 já foi publicada em novembro de 1999 e descreve inclusive as funcionalidades WTA e *push*

<sup>8</sup>Neste trabalho, utilizou-se a versão 4.1, já disponível no mercado.

versão 1.2 do WAP ainda não encontra-se disponível no mercado. Além disso, muitos terminais WAP 1.1 não possuem a capacidade de evoluir para a versão 1.2. Para compensar este atraso do mercado, o *UP.Browser* suporta funcionalidades de *push* que podem ser utilizadas de maneira similar às funcionalidades definidas no WAP 1.2. [Homer 00]. Neste trabalho, utilizou-se as funcionalidades disponíveis no UP.SDK por diversas razões:

- Popularidade entre os desenvolvedores de serviços WAP;
- Disponibilidade de uma boa documentação permitindo um desenvolvimento eficiente;
- Ao contrário do WAP 1.2 que só pode ser testado a nível local em rede privada, as ferramentas do UP.SDK podem ser implantadas, testadas e utilizadas na prática graças aos *gateways* de testes e comerciais da Phone.com.

A Phone.com disponibiliza dois canais lógicos para as notificações: o canal *push* e o canal *pull*. Serviços WML podem utilizar o canal *push* para enviar notificações de modo assíncrono para qualquer *UP.Browser* através de redes de comutação de pacotes ou comutação de circuitos (possivelmente utilizando a portadora SMS). O *UP.Link*, *gateway* da Phone.com, tenta enviar a notificação imediatamente. Se o *UP.Browser* não está disponível (desligado ou fora de área), o *UP.Link* faz tentativas periódicas para que o alerta seja recebido o mais rápido possível. Por outro lado, o canal *pull* é utilizado pelos serviços WML para trazer informações de menor urgência. Qualquer conteúdo suportado pelo *UP.Link* pode ser incluído numa notificação utilizando este canal, mas neste caso o *UP.Link* não tem como prioridade o envio imediato deste conteúdo. Numa rede de comutação de circuitos, o *UP.Link* nunca inicia uma comunicação com o cliente, mas espera que este estabeleça uma comunicação com o *UP.Link* para então notificar o alerta. Se a rede for de comutação de pacotes (rede IP, por exemplo), o *UP.Link* estabelece a comunicação com o cliente assim que possível. As únicas fontes de atraso possíveis são a indisponibilidade do *UP.Browser* e a latência da rede ou do servidor de conteúdo.

A justificativa para esses tipos de notificação é o custo de envio da informação. O custo para estabelecer uma comunicação numa rede de comutação de circuitos é bastante maior do

que para a comutação de pacotes. O sistema ideal tanto para notificação quanto para navegação é portanto a comutação de pacotes, mas por enquanto não há protocolos disponíveis. O padrão desenvolvido para este tipo de rede é o GPRS que começam a ser disponíveis na Europa e devem chegar no Brasil em 2002 com o início de operação das bandas D e E. Sendo assim, atualmente, o caminho escolhido para os provedores é notificar o cliente usando o canal *push* apenas para alertas urgentes e o canal *pull* para as notificações menos urgentes convidando o usuário para consultar uma página WML. Mesmo assim, qualquer solução que for adotada utiliza redes de comutação de circuitos que ainda são caras. Por isso, esforços estão sendo realizados pelos provedores para diminuir o volume de dados em trânsito.

## 7.3 Descrição do Sistema de Difusão Implantado

### 7.3.1 Descrição Geral

O objetivo do sistema é trazer informação pertinente até a tela do telefone celular do usuário final. A informação pode ser de natureza cognitiva (alerta, disparo de alarmes, noticiários, resultados de esporte, comunicado de bolsa de valores, etc.) ou comunicativa (recados de colegas/amigos, funções de agenda, etc.). Como já mencionada no capítulo anterior, na primeira fase de implantação do sistema foi desenvolvida a parte relacionada ao funcionamento interno do sistema e ao módulo de envio por SMS.

Para que a informação seja a mais pertinente possível, o sistema deve permitir que o usuário possa escolher os assuntos que mais o interessem dentro de uma gama de opções disponíveis e a possibilidade de modifica-las quando quiser. Estes requisitos foram atendidos através de uma interface disponível pela Internet. Assim, o usuário possui a liberdade de entrar no sistema onde quer que esteja, na hora que quiser, com privacidade e segurança garantida por autenticação de senha. Evita-se os inconvenientes próprios de outros tipos de atendimento, como filas, espera, linha de telefone ocupada, necessidade de se apresentar num local físico específico, constrangimento ao solicitar a ativação ou desativação de certos



assuntos de cunho muito pessoal, etc.

Resume-se os objetivos desta fase ao tratamento<sup>9</sup> de informações vindas de diversas fontes através da Internet, ao gerenciamento<sup>10</sup> das preferências e do número de telefone celular dos usuários e ao envio de conteúdo diferenciado para os telefones celulares dos usuários utilizando o protocolo SMS disponibilizado pelas operadoras de telefonia celular.

Outra característica desejada da plataforma é abranger uma grande classe de serviços. Esta plataforma deve, em termos de comunicação para telefones celulares, servir para qualquer tipo de serviço desejado, fazendo modificações na interface sem afetar a estrutura.

### 7.3.2 Classes de Aplicações

Podemos citar três tipos de aplicações distintas que estarão sendo disponibilizadas aos usuários por empresas clientes denominadas provedores de informação que contrataram o serviço de difusão de mensagens :

- **Tipo 1a**

Um cliente (aquele que vai disponibilizar a informação) contrata um serviço que consiste no acesso e no uso privativo de uma plataforma de tratamento e envio pela Internet, via login e senha, através um canal criptografado com chave de 512 bits. Esta plataforma permite ao cliente configurar o tipo de informação e o modo pelo qual esta ultima será divulgada. A informação neste caso é voltada a propaganda ou informação de interesse público. Os clientes podem ser anunciantes ou provedores de informações públicas, e os usuários portanto são consumidores ordinários. Para escolher as informações que desejam receber, os usuários podem se conectar na parte

---

<sup>9</sup>Entenda-se por “tratamento” um processamento automático ou semi-automático de dados, consistindo em extração de dados fontes da Internet e/ou introdução direta no sistema.

<sup>10</sup>O gerenciamento consiste no processamento e no armazenamento dos dados pessoais dos usuários - preferências e/ou número do telefone celular. O envio é feito pelos canais oferecidos pelas operadoras de telefonia celular.

aberta da plataforma utilizando a Internet e personalizar suas preferências e interesses relacionados ao serviço oferecido. Para que uma informação seja disponibilizada pelo cliente, este deve entrar no sistema e agendar o envio da informação (ver Fig. 7.1) para os usuários que manifestaram o interesse por aquela categoria. Por exemplo, este tipo de serviço será oferecido por um bar ou um restaurante aos clientes que se cadastram (ver Fig. 7.2) no site deste estabelecimento ou preenchem uma ficha de cadastro no próprio local. O estabelecimento passa então a divulgar a sua programação e as suas promoções para os clientes interessados.

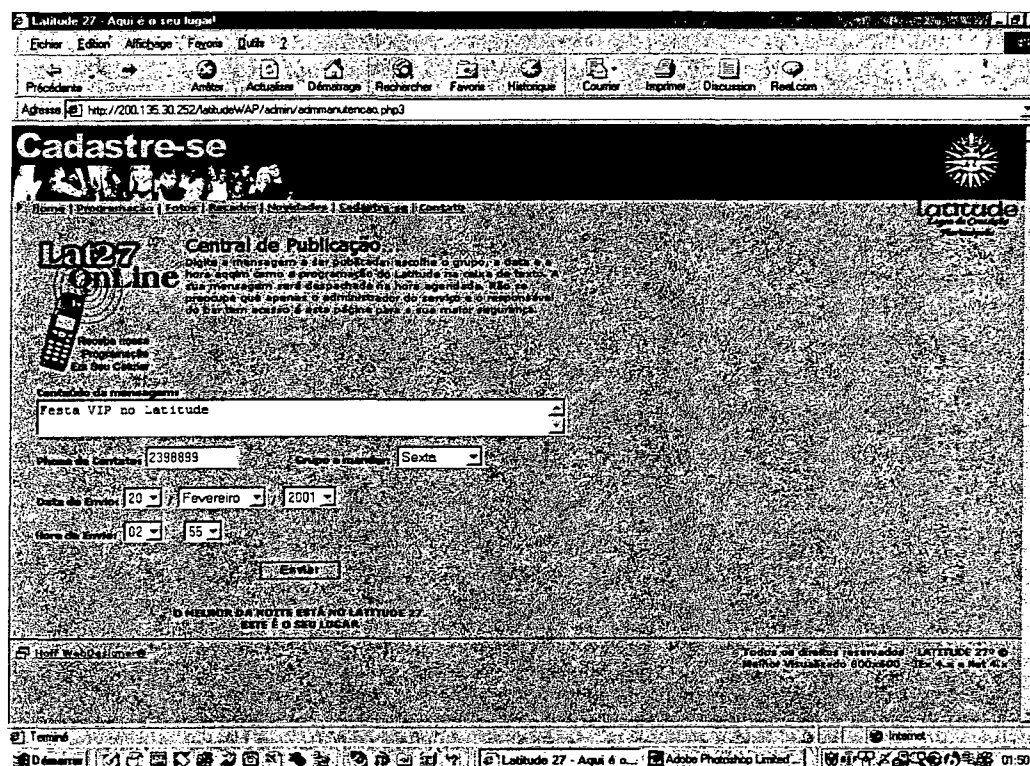


Figura 7.1: Tela de agendamento de mensagem do cliente no Modo 1a

- **Tipo 1b**

Este modo difere do primeiro apenas fonte das informações. Neste caso, não é o cliente que introduz as informações que deseja que sejam divulgadas. Esta tarefa é automatizada por meio de programas que extraem periodicamente e de forma automática certas informações disponibilizadas na Internet, sejam gratuitas ou não. Estas informações

Latitude 27 - Aqui é o seu lugar!

Arquivos Editar Apresentação Ferramentas Opções

Précedente Anterior Atualizar Demorar Pesquisar Favoritos Histórico Courier Impressão Discussion Real.com

Endereço http://200.135.30.252/latitudeWAP/cadusuck.php3

# Cadastre-se

Reciba em seu celular

Se você deseja receber a programação da Latitude diretamente em seu celular basta cadastrar os seus dados no formulário abaixo. Não se preocupe com seus dados sendo enviados para algum outro lugar.

Nome:

Sobrenome:

Telefone:

Confirmação do telefone:

WAP ID:

E-mail:

Idade:

☐ Mensagem ☐ Envio de mensagens

O MELHOR DA NOTITE ESTÁ NA LATITUDE 27

ESTE É O SEU LUGAR

Figura 7.2: Tela de cadastro do usuário no Modo 1a

podem ser de vários tipos: financeiras, noticiários, esporte, etc.

- **Tipo 2**

Neste tipo de aplicação, parecido com o modo 1a, quem cadastra os integrantes de uma mesma categoria é o próprio cliente. Este modo não é disponibilizado para fins de propaganda, para evitar formas de *spam*, mas sim para a comunicação entre grupos de pessoas em ambiente corporativo ou acadêmico principalmente. As categorias não são mais caracterizadas por classe de serviço mas sim por grupos de contatos. Um caso típico de uso seria o de uma secretária de empresa que armazena dezenas de números de telefone celular, classifica-os em grupos e em seguida manda circulares para o pessoal administrativo, informações próprias à empresa para todos os integrantes da corporação, mudança de horário de uma reunião para representantes ou diretores, etc. Compreende uma série de formatos de conteúdo bem definidos incluindo imagens, entradas de lista telefônica e informações de agenda (ver Fig. 7.3).

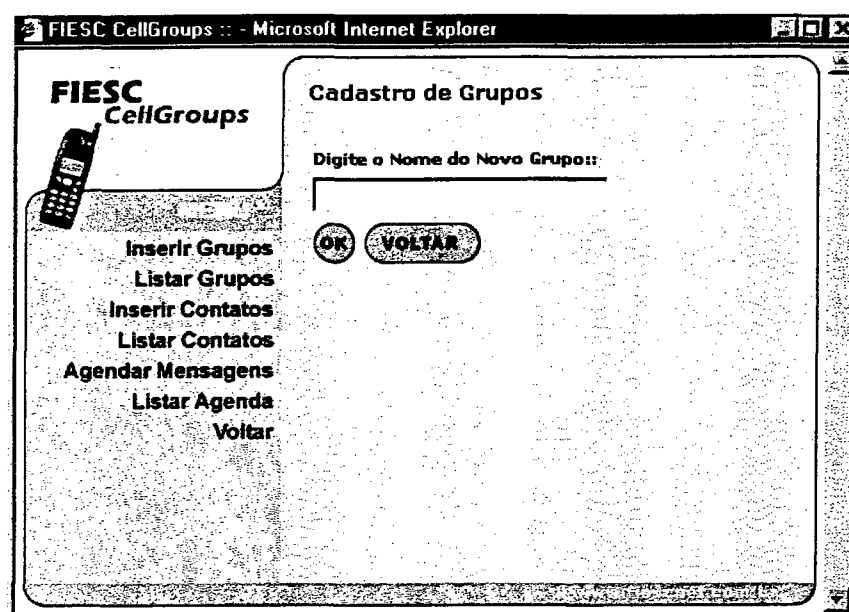


Figura 7.3: Ações do cliente no Modo 2

Ainda poderia-se identificar um outro tipo de aplicação que seria o tipo 2b onde informações geradas automaticamente seriam enviadas para pequenos grupos de usuários para implantar em alarmes de furto ou monitoração de equipamentos via sensores, medidores de temperatura, pressão, velocidade, etc. Porém, este tipo apresenta um caráter altamente proprietário e não se encaixa no perfil genérico caracterizando o sistema realizado neste trabalho.

### 7.3.3 Funcionamento do Sistema

No tipo 1a, como explicado na Fig. 7.5, o cliente, por meio do seu login e senha, entra no sistema por um canal seguro na WWW e obtém uma interface onde pode cadastrar uma nova categoria, programar o envio de uma mensagem para uma determinada categoria, modificar ou apagar uma programação anterior.

O usuário que deseja receber algumas das informações disponibilizadas pelo cliente procede como descrito pela Fig. 7.4. Depois de efetuar o primeiro cadastro, o usuário acessa à

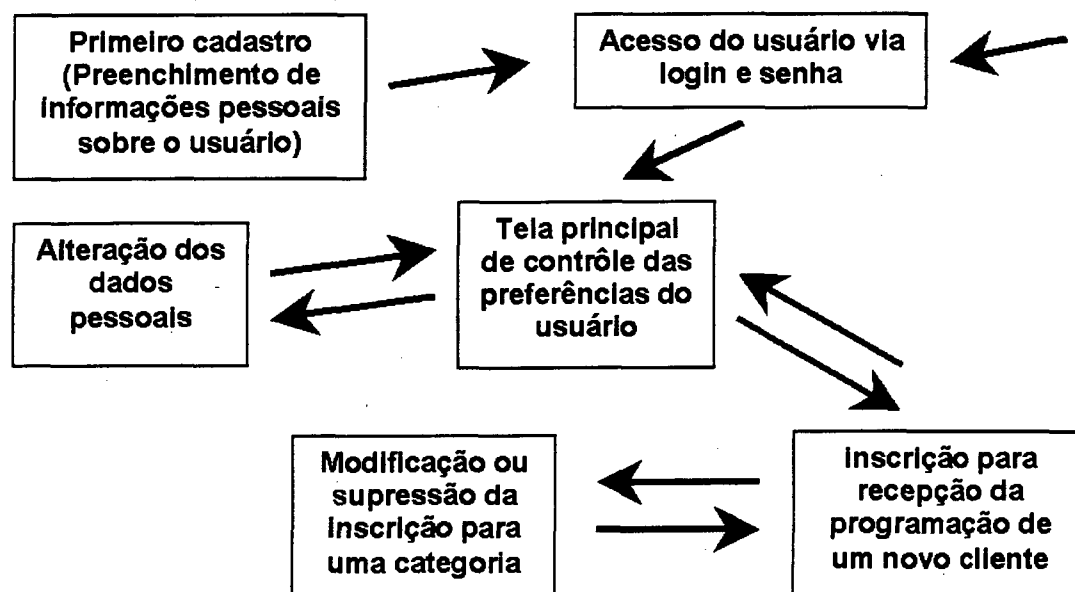


Figura 7.4: Ações do usuário no Modo 1a

interface de controle com o seu login e senha. Ele pode em seguida modificar os seus dados pessoais ou selecionar os clientes e as categorias pelas quais ele quer receber as informações.

O sistema processa todos os dados e verifica periodicamente se há alguma mensagem a ser enviada. Na hora programada pelo cliente, ele encaminha os dados necessários para o canal SMS da operadora telefônica e o usuário recebe a mensagem.

O tipo 1b tem um funcionamento semelhante ao tipo 1a. A diferença reside no fato que o cliente não agenda mensagens mas escolhe os serviços automáticos de informações que ele quer prestar para os seus usuários. Estes serviços podem ser desenvolvidos pelo próprio cliente, pela empresa disponibilizando a plataforma ou por terceiros. O detalhamento destes serviços foge do foco deste trabalho.

A Fig. 7.6 ilustra o funcionamento do tipo 2, onde apenas o cliente interage diretamente com o sistema. A diferença com relação ao tipo 1 encontra-se no cadastro de usuários nas categorias que é realizado pelo próprio cliente. A participação do usuário é passiva por

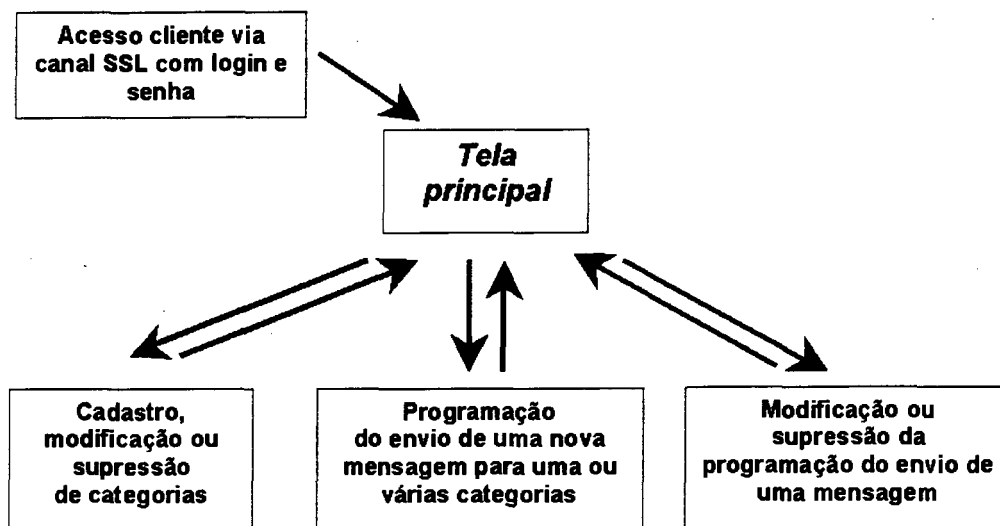


Figura 7.5: Ações do cliente no Modo 1a

apenas receber as mensagens sem possibilidade de interação. Por isso, deve-se cuidar do conteúdo enviado pelo cliente para evitar abusos. Geralmente, esta ferramenta é disponibilizada dentro de corporações ou organizações acadêmicas para comunicação interna, circulares, etc. Porém, uma central de atendimento por telefone, e-mail e fax é desejável para os usuários que desejam receber maiores informações sobre o remetente destas mensagens ou eventualmente parar de receber mensagens de certos clientes, se necessário.

## 7.4 Descrição da Implantação do *Push* WAP

### 7.4.1 Mudanças na Interface

O sistema da primeira fase deve ser modificado de maneira a encaminhar para o terminal do usuário uma notificação WAP assim que o evento acontecer ou que a hora programada para a difusão da mensagem chegar. São poucas as mudanças em relação ao sistema apresentado no parágrafo 7.3, são elas:

- Para agendar uma mensagem, o cliente deve especificar na interface de programação se a mensagem será do tipo SMS ou do tipo WAP *push*.

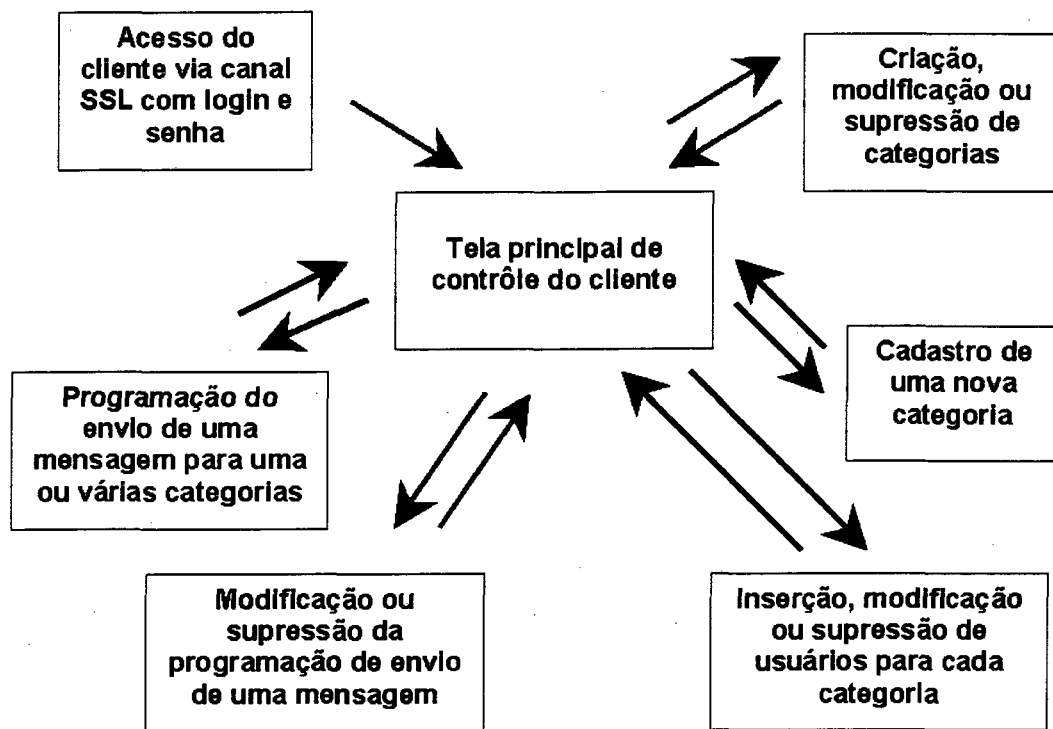


Figura 7.6: Ações do usuário no Modo 2

- O usuário deve incluir no seu cadastro se ele quer receber mensagens WAP.

Para o sistema rodando no modo 2, o cliente escolhe se a mensagem vai ser enviada como mensagens SMS ou *push* WAP.

#### 7.4.2 Mudanças na Recepção da Mensagem

No sistema da primeira etapa, o usuário recebe uma mensagem SMS com informações do seu interesse. Em alguns casos, o simples recebimento da mensagem pode bastar, por exemplo, informação o tempo, publicação de uma circular, etc. Em outros casos, a mensagem pode requerer alguma providência como, por exemplo, ligar para o remetente, vender um título bancário ou consultar uma página na Internet. Neste caso, a tecnologia de envio por SMS é inconveniente, pois não permite interatividade. A implantação da tecnologia WAP permite resolver este problema.

Ao receber uma notificação *push*, o usuário passa a consultar a pagina WML cujo endereço foi enviado junto com a notificação. Navegando a partir desta página, ele passa a visualizar menus e opções como, por exemplo, uma série de perguntas ou opções específicas relacionadas ao assunto da notificação. Este sistema de menus é personalizado para cada cliente e para cada tipo de serviço de informação.

As perguntas e respostas constituem um ponto-chave do WAP, pois permitem uma interação eficiente entre o usuário e a informação que ele recebeu. O usuário pode dar um retorno para o cliente, ligar para o corretor de ações, etc. Por sua vez, caso haja necessidade, a interação com o usuário pode ser armazenada em um banco de dados e, em seguida, o cliente pode consultar as respostas através de uma interface.



# Capítulo 8

## Realização

### 8.1 Arquitetura do Sistema

O sistema completo é dividido em vários módulos autônomos (ver Fig. 8.1). A interface entre o usuário (ou o cliente) e o banco de dados encontra-se acessível pela Internet e permite a entrada ou modificações de dados e parâmetros relacionados a operação do sistema. Periodicamente, o módulo agenda verifica no banco de dados se existem mensagens a serem enviadas no próximo intervalo.

Uma vez na agenda, as mensagens são encaminhadas para os módulos de envio por SMS ou por push quando chegar a hora programada pelo cliente.

### 8.2 Tratamento de dados

O banco de dados é dividido em várias tabelas relacionais: usuários, envio, mensagens e preferências.

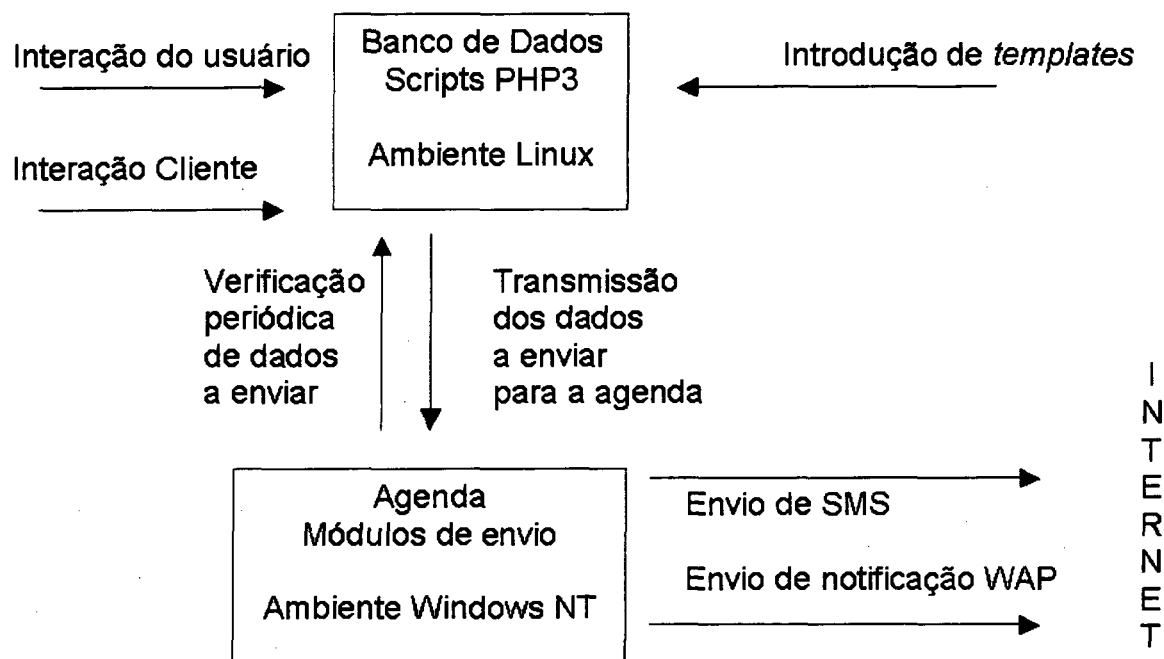


Figura 8.1: Arquitetura do Sistema de Difusão

### 8.2.1 O Funcionamento do Sistema no Modo 2

Primeiramente, descreve-se o funcionamento do sistema no modo 2. Neste modo, o cliente tem acesso apenas aos parâmetros de envio a partir de uma interface acessível pela Internet.

Cada conexão com o banco de dados é acompanhada por uma autenticação. Isto dificulta o acesso por terceiros. Portanto, o cliente começa se identificando para ter acesso aos seus dados. Para garantir a segurança dos dados que transitam na rede, a primeira conexão e a transmissão do login e senha é feita via protocolo HTTPS constituindo um canal seguro para a conexão com o servidor HTTP. Uma vez no servidor, os dados da comunicação são comparados aos dados criptografados dentro do banco MySQL. Se o login corresponder a senha e a autenticação for positiva, o acesso aos dados do usuário é liberado.

Uma vez que os riscos de intrusão indesejável estejam minimizados, o cliente, utilizando os scripts postos a sua disposição, pode acessar às categorias, o cadastro de usuários, o próprio cadastro, o agendamento de mensagens e a modificação ou alteração de mensagens.

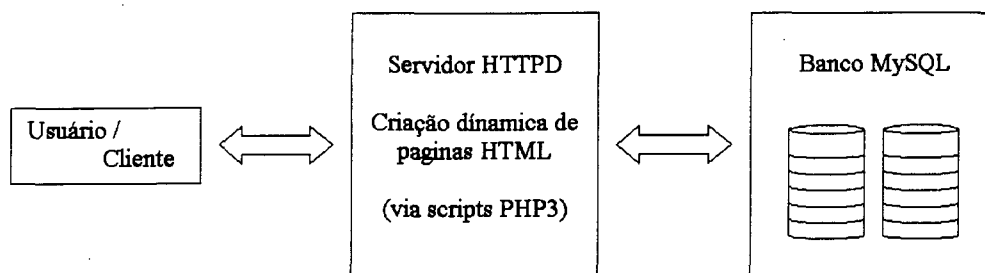


Figura 8.2: Fluxo de Dados no Sistema de Difusão

A linguagem PHP permite a construção dinâmica das páginas HTML a partir de templates estáticos (ver Fig. 8.2). O PHP realiza as conexões necessárias com o banco para inserir, selecionar, alterar, atualizar ou apagar novos campos utilizando os comandos da linguagem padronizada SQL para o acesso ao banco de dados.

### 8.2.2 Modos 1a e 1b

O funcionamento dos modos 1a e 1b são similares. Os princípios de segurança de dados aplicados no funcionamento do modo 2 permanecem válidos também para esses modos. Portanto, o usuário continua se beneficiando de uma conexão segura e de login e senha criptografados.

Os scripts que montam as páginas HTML agora são separados em dois grupos. O cliente apenas tem acesso à configuração dos grupos e à publicação das mensagens. Os usuários, por sua vez, podem alterar o cadastro e selecionar os grupos - também chamadas de categorias neste modo - as quais pertencem ou a respeito das quais irão receber as informações.

O modo 1b difere do modo 1a apenas na publicação dos dados. O cliente ainda tem acesso à configuração das categorias e o usuário mantém o inteiro controle das informações que recebe. A mudança acontece na publicação dos dados que são realizados por ferramen-

tas cuidando da extração e do agendamento dos dados de forma automática.

## 8.3 Extração dos Dados

O módulo de extração de dados tem por função a verificação das informações a serem publicadas. No momento próximo ao envio, as informações não devem mais sofrer alterações para evitar problemas de coerência. Por exemplo, se uma mensagem deve ser enviada um grande número de vezes, ela não pode ser modificada enquanto ainda estiver sendo enviada, pois causará uma diferença entre a mensagem recebida pelos primeiros e os últimos usuários. A operação consiste portanto em extrair as mensagens do banco, marcá-las como enviadas e ao empacotamento das mensagens individuais. Esta última ação relaciona a mensagem à categoria a qual pertence e, por consequência, aos usuários associados à categoria.

## 8.4 Envio dos Dados

### 8.4.1 Agenda

A agenda é um módulo que tem por função o encaminhamento para a fila de envio SMS ou push WAP as mensagens cuja data de envio está vencendo. A escolha do ambiente Windows NT como hospedeiro do módulo agenda foi feita em função de vários motivos. O primeiro é de cunho inteiramente prático. A arquitetura e a interface gráfica são bastante populares facilitando a contratação de operadores que monitoram permanentemente o sistema de envio para intervir em caso de problema (ver Fig. 8.3).

O número de mensagens enviadas simultaneamente para o módulo de envio e o número de tentativas de envio para cada mensagem em caso de atrasos no tratamento na própria operadora são parametrizáveis na própria interface. Logo após terminar um processo de envio de mensagem, a agenda desperta um outro processo para garantir o número máximo de envios simultâneos e assim a eficiência do sistema. A interface simples e clara da agenda

Sistema de Controle de Mensagens					
Configurações Operadoras Sistemas					
Agendado Enviando Envio com Sucesso Envio com Erro Importado com Erro					
Conect	Cliente	Programado para	Enviado em	Tentativas	Operadora
11		17/02/2001 - 19:50	17/02/2001 - 20:03	001	TIM
11		17/02/2001 - 19:50	17/02/2001 - 20:01	002	TIM
6		17/02/2001 - 19:45	17/02/2001 - 20:00	001	GLW
6		17/02/2001 - 19:45	17/02/2001 - 20:00	001	GLW
4		17/02/2001 - 12:30	17/02/2001 - 20:00	001	GLW
4		17/02/2001 - 12:30	17/02/2001 - 20:00	001	GLW
8		17/02/2001 - 10:15	17/02/2001 - 20:00	001	GLW
8		17/02/2001 - 10:15	17/02/2001 - 20:00	001	GLW
4		16/02/2001 - 20:10	17/02/2001 - 19:59	001	GLW
4		16/02/2001 - 20:10	17/02/2001 - 19:59	001	GLW
7		16/02/2001 - 19:20	17/02/2001 - 19:59	001	GLW
7		16/02/2001 - 19:20	17/02/2001 - 19:59	001	GLW
4		16/02/2001 - 20:45	16/02/2001 - 20:45	001	GLW
4		16/02/2001 - 20:10	16/02/2001 - 20:44	001	GLW
4		16/02/2001 - 20:10	16/02/2001 - 20:42	001	GLW
6		16/02/2001 - 19:15	16/02/2001 - 20:35	001	GLW

Figura 8.3: Interface da agenda para a monitoração do envio de mensagens

permite a monitoração do estado de todas as mensagens individuais: agendado, em fase de envio, enviada com sucesso, enviada com erro ou extraída com erro.

### 8.4.2 Envio de Mensagens SMS

O envio de cada mensagem SMS é realizado através bibliotecas específicas comunicando com as operadoras via Internet. As particularidades das bibliotecas não serão detalhadas neste trabalho.

O envio acontece da seguinte forma: as mensagens são armazenadas na fila de espera com os parâmetros necessários para o envio. São eles: o nome da operadora, o código DDD, o número do telefone celular, o conteúdo da mensagem, o telefone do remetente e o nome do remetente.

### 8.4.3 Envio de Notificações *Push* WAP

Como já foi mencionado, as especificações push do WAP 1.2 ainda não foram implantados nos telefones celulares disponíveis no mercado. Os primeiros estão apenas chegando e muitas vezes as operadoras e os provedores de serviços WAP ainda não suportam este padrão por falta de usuários. O processo de migração é lento e apesar de alguns modelos de terminais terem a capacidade de receber um upgrade para beneficiar das funcionalidades do WAP 1.2, ainda devem passar pelo menos um ano antes do push virar um padrão de fato.

Por isso, resolveu-se utilizar neste trabalho funcionalidades semelhantes da Phone.com implantadas nos micro-browsers que obedecem as especificações WAP 1.1, mas que oferecem algumas funções adicionais. Sendo que o UP.browser é um micro-browsers muito difundido no mercado, presente nos terminais de muitos fabricantes de telefones e adotado por várias operadoras de telefonia celular no mundo, inclusive uma presente em Santa Catarina, esta escolha pareceu ser a mais razoável. Além disso é a única que permitia ser implantada em condições reais de uso graças ao gateway disponibilizado pela Phone.com. Deve-se notar também que o processo de envio de notificações utilizando as bibliotecas deste fabricante é muito parecido com o processo para realizar o mesmo com as bibliotecas padronizadas. Isto foi verificado graças às publicações do WAP Fórum e a literatura relacionada [Homer 00] [WFWAP]. Foi possível notar as similaridades das duas tecnologias, apesar das notificações push da Phone.com oferecerem menos opções e possibilidades. Portanto, o sistema atual está preparado para futuramente obedecer às especificações WAP 1.2.

Similarmente ao que acontece com o envio por SMS, a agenda armazena as mensagens em uma fila de espera com os parâmetros necessários para o envio. Estes parâmetros são neste caso: o nome da operadora, o identificador WAP, o título da notificação, o URL de consulta, os identificadores do cliente e da própria categoria (para iniciar a navegação WAP personalizada), o telefone do remetente e nome do remetente. A resposta da operadora, no caso o *gateway* da Phone.com permite saber se a mensagem foi encaminhada com sucesso ou se houve um problema de comunicação.



Figura 8.4: Tela inicial no ambiente WAP

## 8.5 Recebimento de Notificações *Push* WAP

Quando o usuário recebe o alerta, o terminal WAP mostra o título da notificação. O usuário então poderá aceitá-la e iniciar a navegação a partir do URL enviado. O ambiente de navegação consiste em páginas WML montadas em PHP permitindo uma interação personalizada com acesso ao banco de dados. Estas operações estão ilustradas na Fig. 8.4.

# **Parte IV**

## **Conclusão**



O aparecimento da Internet provocou uma verdadeira revolução no nosso cotidiano. Novas necessidades surgiram e, em consequência, novos serviços foram propostos para supri-las. Porém, a Internet tem uma característica inerente a todas as redes de computadores convencionais: o cabo. O caráter fixo dos serviços não atende uma outra necessidade relativamente recente do ser humano: a mobilidade. Esta necessidade já tinha sido atendida com o advento dos telefones móveis, revolucionando hábitos e comportamentos. Com o avanço da tecnologia, as operadoras de telefonia móvel celular passaram a oferecer serviços agregados à assinatura comum utilizando o protocolo bidirecional de transmissão de mensagens curtas SMS. Não tratava-se mais de serviços básicos de caráter local, como jogos ou calculadora, mas de serviços de informações úteis tais como correio eletrônico, situação das bolsas, manchetes de jornais, etc. .

O principal inconveniente deste protocolo é sem dúvida a ausência de interatividade e a unidirecionalidade da informação. Outro inconveniente é o caráter proprietário dos aplicativos fazendo com que um serviço não proprietário deva se adaptar às características de cada operadora. Para resolver esses problemas e adicionar uniformidade ao mercado de serviços para telefones móveis celulares, construtores e fornecedores de software propuseram um protocolo de comunicação sem fios padronizado denominado WAP (*Wireless Application Protocol*). Este protocolo é relativamente similar aos protocolos da rede Internet, em particular, o modelo *World Wide Web*.

Um dos elementos chave da arquitetura WAP é o *gateway* WAP. Ele serve para conectar a rede sem fios à Internet e compreende duas pilhas de protocolos: WAP e TCP/IP. O *gateway* WAP basicamente traduz os pedidos iniciados no domínio WAP para o domínio Internet e codifica e decodifica os dados enviados ou recebidos. Outras funcionalidades tais como a tradução de páginas HTML em páginas WML são também realizadas pelo *gateway* WAP.

Estudou-se em detalhes a funcionalidade da camada WSP que permite o envio de dados diretamente ao telefone móvel celular sem a solicitação prévia do usuário. Vimos que este protocolo é dividido em duas partes bem separadas: a parte cabeada e a parte sem fios.

Para uní-las foi desenvolvido o *Push Proxy Gateway* que pode ser mesclado com o *gateway* WAP tradicional. O *gateway* recebe as informações enviadas aos dispositivos móveis que, por sua vez, pode aceitá-las ou não. Vem então a localização do telefone móvel e o envio de um pedido de transmissão de dados que, se for aceito pelo móvel, segue-se o estabelecimento de uma sessão tradicional de troca de dados.

O interesse e a validade da implantação das funcionalidades WAP nos serviços de transmissão atuais foi outro ponto abordado neste trabalho. Primeiro, percebemos que as funcionalidades de *push* do WAP, apesar de serem parecidas às já utilizadas na Internet, apresentavam mais chance de êxito do que os seus homólogos na Internet. Os motivos são vários: são conceitualmente mais sofisticados, não têm concorrentes diretos nos dispositivos móveis, foram logo padronizados e apresentam uma maior gama de utilidade pelo fato do terminal sempre encontrar-se próximo ao usuário e, desta forma, oferecer um conteúdo dependente do local físico.

Abordamos também as vantagens trazidas pelo WAP sobre os mecanismos clássicos de difusão. Evidenciou-se o ganho em interatividade e eficiência. A comunicação melhora com as opções de respostas ou providências a serem tomadas pelo usuário e as ferramentas do tipo *server-side* fornecem um ambiente onde apenas a criatividade do provedor de serviços tem limite. Estamos nos afastando cada vez mais da transmissão bruta de caracteres alfanuméricos do tipo *pager* que iniciou a revolução da comunicação moderna, mas que logo mostrou os seus limites. A utilização do protocolo SMS como portadora do WAP permitiu o reaproveitamento das estruturas físicas das operadoras sem envolver mudanças significativas.

O objetivo deste trabalho não seria alcançado sem as ferramentas apropriadas para o desenvolvimento e os testes. O ambiente de suporte escolhido para a interface e o armazenamento e tratamento dos dados foi o Linux por diversos motivos: robustez, desempenho, segurança, larga difusão e gratuidade. O ambiente para hospedar os módulos de agenda e envio foi o Windows NT. Este oferece segurança, estabilidade e uma interface familiar para o operador monitorando o sistema. O banco de dados escolhido foi o MySQL por ser

simples, robusto, veloz e gratuito. A linguagem de script utilizada para a montagem das páginas HTML visualizadas pelo usuário foi o PHP3. Linguagem popular e particularmente adequada para as conexões com o banco MySQL.

Um grupo de ferramentas associadas ao próprio WAP foi também utilizado. Compreende os simuladores, os ambientes de desenvolvimento de conteúdo WML e os servidores com facilidade de gateway WAP genérico e push em particular. Dois grupos destacam-se no mercado: o *WAP Toolkit* da Nokia e o *UP.SDK* da Phone.com. O kit da Nokia é excelente em vários aspectos: fidelidade ao comportamento dos terminais reais, número de funções oferecidas, etc. Porém, alguns inconvenientes como, por exemplo, a indisponibilidade de um *gateway* de teste público, tornam-no inadequado para o nosso caso. Isto nos levou ao kit disponibilizado pela Phone.com. Este último, além de não possuir os inconvenientes do kit da Nokia ainda implementa funcionalidades de *push* muito próximas àquelas recém padronizadas na versão WAP 1.2. Após a escolha dos ambientes e das ferramentas, passamos à identificação, descrição e realização do sistema.

O sistema foi desenvolvido em duas partes. Primeiro a realização de um sistema de difusão de mensagens genéricas, utilizando o protocolo SMS já bem dominado pela empresa parceira no projeto. Isto permitiu destacar as necessidades do usuário e os requisitos do cliente concentrando-se apenas na estrutura interna do sistema e na interface. Distinguímos duas classes de aplicativos finais, um onde provedor e usuário acessam separadamente o sistema para configurar os respectivos parâmetros de envio e recebimento e o outro onde apenas o provedor tem acesso à configuração de ambos os parâmetros. Em seguida estendemos o sistema com funcionalidades de *push* para prover ao usuário um ambiente de interação personalizado.

Constatou-se que a avaliação dos benefícios trazidos pela tecnologia WAP no contexto deste tipo de aplicação foi positiva em vários aspectos. Entre eles, a contextualização da interação. Convém mencionar também que apesar do protocolo WAP estar ainda pouco disponível, o sistema desenvolvido neste trabalho encontra-se totalmente operacional. Pode-

mos dizer que os caminhos recém abertos pela tecnologia WAP, a modernização constante de terminais portáteis e o aprimoramento dos protocolos de transmissão de dados em banda larga para redes sem fio nos levam a acreditar no êxito da comunicação pessoal móvel.

Como proposta de continuação deste trabalho, apontamos a necessidade de um estudo mais aprofundado sobre a contextualização da interação com o usuário. A banda estreita em comutação de circuitos não oferece taxas de transferência de dados suficientes para carregar muitas informações levando a uma limitação da comunicação ao estritamente necessário e impedindo riqueza de conteúdo, menus detalhados e propostas de escolha refinadas. Esperamos que a chegada de protocolos tais como o GPRS e a própria 3G, a terceira geração de telefonia móvel celular, possam permitir a exploração de serviços mais personalizados e mais adequados às necessidades dos consumidores. A localização do telefone também é um parâmetro interessante ainda ausente no sistema móvel celular disponibilizado pelas operadoras. Acreditamos que um estudo combinando aplicativos atuais com ferramentas e tecnologias novas deverá trazer grandes benefícios nesta área.

## **Anexos**

# Referências na *World Wide Web*

## **GNU *General Public License***

HomeSite <http://www.gnu.org/>

## **Mobile *Cell-Broadcast***

HomeSite <http://www.mobilecellbroadcast.com/>

## **MySQL**

HomeSite <http://www.mysql.com/>

## **Nokia**

HomeSite <http://www.nokia.com/>

WAP Discussion Board <http://dev.forum.nokia.com/wapboard/>

WAP Developer Forum [http://www.forum.nokia.com/wap\\_developer/index.html](http://www.forum.nokia.com/wap_developer/index.html)

## **Phone.com (antiga Unwired Planet)**

HomeSite <http://www.phone.com/>

Developer Program <http://developer.phone.com/>

WAP Terminals <http://www.phone.com/products/index.html>

## **PHP**

HomeSite <http://www.php.net/>

### **Request for Comments**

Directory    <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/>

### **WAP Forum**

HomeSite    <http://www.wapforum.org/>

WAP Specifications    <http://www.wapforum.org/what/technical.htm>

# Referências Bibliográficas

- [AU 99] AU-SYSTEM RADIO, *WAP White Paper*, Fevereiro de 1999.
- [HTML 4] D. RAGGETT, E AL., *HTML 4.0 Specification W3C Recommendation*, 17 de Setembro de 1997.
- [ECMA 262] ECMA, *Standard ECMA-262: ECMAScript Language Specification*, Junho de 1997.
- [HTTP] R. FIELDING E AL., *Hypertext Transport Protocol - HTTP/1.1*, Junho de 1999.
- [IEC WAP] THE INTERNATIONAL ENGINEERING CONSORTIUM, *Web Proforum Tutorials : WAP*, Fevereiro de 1999.
- [ISO 7498] INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION, *Information Technology - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model: The Basic Model*, ISO/IEC 7498-1, 1994.
- [Homer 00] ALEX HOMER, *Professional WAP - Programmer To Programmer*, Wrox Press, Agosto de 2000.
- [Mann 00] STEVE MANN, *Programming Applications with the Wireless Application Protocol: The Complete Developer's Guide*, John Wiley & Sons, 2000.
- [Phone 00] PHONE.COM, *UP.SDK Developer's Guide*, Version 4.0, Abril de 2000.



- 
- [PushOTA] WAP FORUM, *WAP Push OTA Specification*, 8 de Novembro de 1999.
- [PushPAP] WAP FORUM, *WAP Push Access Protocol Specification*, 8 de Novembro de 1999.
- [PushPPG] WAP FORUM, *WAP Push Proxy Gateway Specification*, 16 de Agosto de 1999.
- [SI] WAP FORUM, *WAP Service Indication Specification*, 8 de Novembro de 1999.
- [Tanenbaum 96] ANDREW S. TANENBAUM, *Computer Networks*, 3ème ed., Prentice Hall, 1996.
- [WFWAE] WAP FORUM, *Wireless Application Environment Overview*, Novembro de 1999.
- [WFWAP] WAP FORUM, *Wireless Application Protocol Architecture Specification*, Abril de 1998.
- [WFWDP] WAP FORUM, *Wireless Datagram Protocol Specification*, Novembro de 1999.
- [WFWIM] WAP FORUM, *Wireless Application Protocol Identity Module Specification*, Novembro de 1999.
- [WFWML] WAP FORUM, *Wireless Markup Language Specification*, Novembro de 1999.
- [WFWMLS] WAP FORUM, *Wireless Markup Language Script Specification*, Novembro de 1999.
- [WFWSP] WAP FORUM, *Wireless Session Protocol Specification*, Novembro de 1999.

- [WFWTA] WAP FORUM, *Wireless Telephony Application Specification*, Novembro de 1999.
- [WFWTP] WAP FORUM, *Wireless Transaction Protocol Specification*, Junho de 1999.
- [WFWTLS] WAP FORUM, *Wireless Transport Layer Security Protocol Specification*, Novembro de 1999.